



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO POR LUBRICACIÓN, EN EL ÁREA  
DE MOLDURA DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA EN  
VIGUA, S.A.**

**Bryan Antonio Argueta Rodas**

Asesorado por el Ing. Oscar Estuardo Guerra Rosal

Guatemala, septiembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO POR LUBRICACIÓN, EN EL ÁREA  
DE MOLDURA DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA EN  
VIGUA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BRYAN ANTONIO ARGUETA RODAS**

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ESTUARDO GUERRA ROSAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgén Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jeréz González
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO POR LUBRICACIÓN, EN EL ÁREA  
DE MOLDURA DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA EN  
VIGUA, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 27 de mayo de 2016.

**Bryan Antonio Argueta Rodas**

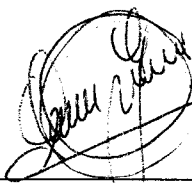
Guatemala 23 de Mayo de 2017

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
Director de Escuela a.i.  
Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente

Por este medio me permito informarle que he procedido a revisar el trabajo de graduación titulado **“OPTIMIZACION DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO POR LUBRICACIÓN, EN EL ÁREA DE MOLDURA DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA EN VIGUA, S.A.”** elaborado por el estudiante Bryan Antonio Argueta Rodas quien se identifica con el número de carné 201213565, a mi criterio, el mismo cumple con los objetivos trazados según el protocolo presentado, por lo que apruebo su publicación.

Sin otro particular,

Atentamente,

f. 

Ing. Oscar Estuardo Guerra Rosal  
Colegiado No. 7510  
Asesor

**Oscar E. Guerra Rosal**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
**COL. No. 7510 CIG**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.077.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO POR LUBRICACIÓN, EN EL ÁREA DE MOLDURA DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA EN VIGUA, S. A.**, presentado por la estudiante universitaria **Bryan Antonio Argueta Rodas**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sigríð Alitza Calderón de León', with a stylized flourish at the end.

Inga. Sigríð Alitza Calderón de León  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*Sigríð A. Calderón de León*  
INGENIERA INDUSTRIAL  
COLEGIADA No. 5083

Guatemala, julio de 2017.

/mgp

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

REF.DIR.EMI.135.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO POR LUBRICACIÓN, EN EL ÁREA DE MOLDURA DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA EN VIGUA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Bryan Antonio Argueta Rodas**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. José Francisco Gómez Rivera**  
**DIRECTOR a.i.**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, septiembre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

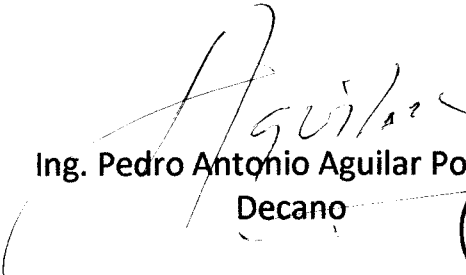


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 420.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO POR LUBRICACIÓN, EN EL ÁREA DE MOLDURA DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA EN VIGUA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Bryan Antonio Argueta Rodas** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, septiembre de 2017

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Todopoderoso.
<b>Mis padres</b>	Brayan Argueta y Claudia Rodas.
<b>Mi abuelo</b>	Antonio Argueta, quien desde el cielo me cuida y me guía en mi camino.
<b>Mis hermanas</b>	Aylin Argueta y Ana Luz Argueta.
<b>Mi abuela</b>	Clara Luz Palma, por siempre ser un modelo por seguir y mi segunda madre.
<b>Mi tío</b>	Luzvin Argueta, quien siempre fue esa persona a la que podía acudir como padre y amigo.
<b>Mi familia</b>	En general a toda mi familia, que de una u otra forma, estuvieron en algún momento apoyándome.
<b>Mis amigos</b>	José Martínez, Rodrigo Guerra, Carlos Velásquez y Brayan Auyon.
<b>Promoción LXII</b>	Del Colegio Salesiano Don Bosco.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y ser una constante guía en mi camino.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la mejor casa de estudios en Guatemala.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme la formación profesional para el futuro.
<b>Mis padres</b>	Por su apoyo incondicional, esto es para ustedes.
<b>Mi familia</b>	Por su constante apoyo y por creer que podía alcanzar esta meta.
<b>Mis amigos</b>	Por compartir este camino a mi lado, y por ser más que amigos, mis hermanos.
<b>Oscar Guerra</b>	Por su apoyo y asesoría en la realización de este trabajo.
<b>VIGUA</b>	Por haberme abierto las puertas de sus instalaciones para realizar el presente trabajo de graduación.

**William Monroy**

Por su asesoría y seguimiento en la elaboración del presente trabajo.

**Nelson Milián**

Por compartir sus conocimientos sobre la empresa.

**Colegio Don Bosco**

Por formarme durante 11 años y por enseñarme el valor de la responsabilidad y perseverancia.

**Todos mis catedráticos**

Por haber compartido su conocimiento para mi formación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.1.1. Reseña histórica .....	1
1.1.2. Ubicación .....	2
1.1.3. Descripción de la planta .....	2
1.1.4. Misión .....	3
1.1.5. Visión.....	3
1.1.6. Valores .....	3
1.1.7. Productos.....	4
1.2. Generalidades acerca de la botella de vidrio .....	4
1.2.1. Definición de vidrio .....	4
1.2.2. Definición de botella .....	4
1.2.3. Materia prima utilizada.....	4
1.2.4. Tipos de botellas.....	5
1.2.5. Partes de la botella .....	7
1.2.6. Proceso de producción general de la botella de vidrio .....	8
1.3. Estudio de tiempos .....	10

1.3.1.	Definición general.....	10
1.3.2.	Propósito de su realización .....	10
1.3.3.	Requisitos.....	10
1.3.4.	Herramientas.....	11
1.3.4.1.	Cronómetro .....	11
1.3.4.2.	Tablero para formularios .....	11
1.3.4.3.	Formularios para el estudio de tiempos.....	12
1.3.5.	Selección del trabajo .....	12
1.3.6.	Selección del operario .....	13
1.3.7.	Técnicas para la toma de tiempos.....	13
1.3.8.	Selección de la técnica por utilizar .....	14
1.3.9.	Tiempo estándar .....	14
1.3.9.1.	Definición.....	14
1.3.9.2.	Cálculo .....	14
1.3.9.2.1.	Análisis de consistencia .....	15
1.3.9.2.2.	Tiempo promedio .....	15
1.3.9.2.3.	Tiempo normal .....	15
1.3.9.2.4.	Suplementos .....	16
1.4.	Estudio de movimientos .....	16
1.4.1.	Definición.....	16
1.4.2.	Clasificación de los movimientos.....	17
1.4.3.	Estudio de micromovimientos.....	17
1.4.4.	Diagrama de operaciones .....	17
1.4.5.	Diagrama de flujo .....	18
1.4.6.	Diagrama bimanual .....	19

2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	21
2.1.	Descripción del proceso actual de lubricación según el tipo de proceso de producción .....	21
2.1.1.	Herramientas utilizadas .....	22
2.1.2.	Estación de trabajo .....	23
2.1.3.	Tipos de lubricante utilizados.....	23
2.1.4.	Estudio de movimientos.....	24
	2.1.4.1. Diagrama bimanual actual .....	24
	2.1.4.2. Diagrama de proceso actual .....	30
	2.1.4.3. Diagrama de flujo actual .....	36
2.2.	Análisis del personal.....	50
2.2.1.	Capacidad laboral.....	50
2.3.	Condiciones ambientales.....	51
2.3.1.	Equipo de protección .....	51
2.3.2.	Temperatura promedio .....	51
2.3.3.	Ruido .....	53
2.3.4.	Condiciones de seguridad e higiene.....	55
3.	PROPUESTA .....	57
3.1.	Análisis de la operación.....	57
3.1.1.	Enfoques primarios.....	57
3.2.	Pruebas de lubricante.....	59
3.2.1.	Resultados.....	60
3.3.	Estudio de tiempos .....	61
3.3.1.	Calificación del operario .....	62
3.3.2.	Selección de la técnica según el proceso de fabricación .....	64
3.3.3.	Determinación del número de ciclos según el proceso de fabricación.....	64

3.3.4.	Cálculo de tiempos.....	66
3.3.4.1.	Tiempo cronometrado .....	66
3.3.4.2.	Tiempo normal .....	69
3.3.4.3.	Tiempo estándar .....	70
3.4.	Presentación de los nuevos métodos de trabajo.....	72
3.4.1.	Del estudio de movimientos .....	72
3.4.1.1.	Diagrama bimanual mejorado .....	72
3.4.1.2.	Diagrama de flujo mejorado .....	78
3.4.1.3.	Diagrama de operación mejorado .....	94
3.4.2.	Del estudio de tiempos.....	101
3.4.2.1.	Tiempo estándar óptimo.....	101
3.4.3.	Manual técnico operativo.....	101
3.5.	Propuesta de notificación para lubricación .....	106
4.	IMPLEMENTACIÓN.....	109
4.1.	Capacitación del personal .....	109
4.1.1.	Talleres de uso de materiales .....	109
4.1.2.	Exposición de resultados para mejora de procedimiento de trabajo .....	110
4.2.	Aplicación de nuevos tiempos estándares .....	110
4.3.	Procedimiento de aplicación .....	111
4.3.1.	Estudio de movimientos .....	112
4.3.2.	Estudio de tiempos.....	112
4.4.	Estandarización de métodos de trabajo .....	112
4.5.	Diseño de registros de control de calidad .....	113
4.5.1.	Tablas de control.....	113
4.5.2.	Gráficos de control .....	114

5.	MEJORA CONTINUA.....	117
5.1.	Identificación de nuevas debilidades .....	117
5.2.	Ajustes de la mejora del procedimiento de trabajo .....	117
5.3.	Evaluación de resultados.....	118
5.4.	Retroalimentación de métodos de trabajo .....	123
5.5.	Capacitación continua .....	123
	CONCLUSIONES .....	125
	RECOMENDACIONES .....	127
	BIBLIOGRAFÍA.....	129
	APÉNDICES.....	131
	ANEXOS.....	139





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Partes de la botella.....	7
2.	Estación de trabajo de lubricación .....	23
3.	Diagrama bimanual actual lado bombillo.....	25
4.	Diagrama bimanual actual lado molde .....	28
5.	Diagrama de proceso actual lado bombillo .....	31
6.	Diagrama de proceso actual lado molde .....	34
7.	Diagrama de flujo de proceso actual lado bombillo .....	37
8.	Diagrama de flujo de proceso actual lado molde .....	43
9.	Resultados prueba de lubricantes .....	60
10.	Formato para la toma de tiempos .....	66
11.	Tiempos cronometrados lado bombillo.....	67
12.	Tiempos cronometrados lado molde .....	68
13.	Valoración de los suplementos .....	70
14.	Diagrama bimanual propuesto lado bombillo .....	73
15.	Diagrama bimanual propuesto lado molde.....	76
16.	Diagrama de flujo lado bombillo propuesto .....	79
17.	Diagrama de flujo lado molde propuesto.....	87
18.	Diagrama de operación lado bombillo propuesto .....	95
19.	Diagrama de proceso propuesto lado molde.....	98
20.	Gráfico de control máquina 11 vs 42.....	115
21.	Gráfico de control máquina 12 frente a 42 .....	119
22.	Gráfico de control máquina 13 frente a 42 .....	120
23.	Gráfico de control máquina 41 frente a 42 .....	121

24.	Gráfico de control máquina 45 frente a 42.....	122
-----	--	-----

## TABLAS

I.	Clases de movimientos según su eje.....	17
II.	Símbolos del DOP .....	18
III.	Símbolos del DFP .....	19
IV.	Símbolos del diagrama bimanual.....	20
V.	Temperatura promedio en la estación de trabajo.....	52
VI.	Niveles de ruido promedio en área de trabajo .....	54
VII.	Base de calificación de la actuación .....	63
VIII.	Calificación de la actuación .....	63
IX.	Determinación de numero de ciclos por estudiar .....	65
X.	Tiempos cronometrados .....	68
XI.	Tiempos normales calculados .....	69
XII.	Cálculo de suplementos.....	71
XIII.	Código de colores para partes de molduras .....	107
XIV.	Resumen de tiempo estándar .....	110
XV.	Procedimiento de aplicación .....	111
XVI.	Tabla de control de lubricaciones .....	113
XVII.	Defectos máquina 11 frente a 42.....	114
XVIII.	Tiempo estándar para una máquina de 8 secciones .....	118
XIX.	Tiempo estándar ajustado para 10 secciones .....	118
XX.	Defectos para gráfico de control máquina 12 frente a 42 .....	119
XXI.	Defectos para gráfico de control máquina 13 frente a 42 .....	120
XXII.	Defectos para gráfico de control máquina 41 frente a 42 .....	121
XXIII.	Defectos para gráfico de control máquina 45 frente a 42 .....	122

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
/	División
db	Decibeles
°C	Grados centígrados
=	Igual
<i>IS</i>	<i>Individual Section</i>
m	Metro
*	Multiplicación
“	Pulgadas
+	Suma
$\Sigma$	Sumatoria



## **GLOSARIO**

<b>Alimentador</b>	Dispositivo de transporte del vidrio desde el horno hasta el dosificador, que tiene como función ajustar la temperatura del vidrio.
<b>Boca de molde</b>	Parte superior de la cavidad del molde, la cual hace contacto con la corona en diferentes etapas del proceso.
<b>Bombillo</b>	Pieza de la moldura, que unida al obturador y corona, le da la preforma al envase.
<b>Brocha</b>	Instrumento de algodón con alambre, de diferentes medidas, que es utilizado para la lubricación de molduras.
<b>Carga o gota</b>	Cantidad de vidrio que cae del dosificador que es necesaria para la fabricación del envase.
<b>Corona</b>	Pieza de la moldura que se encarga de formar la corona o boca del envase.
<b>Dosificador</b>	Dispositivo refractario que es encargado de homogeneizar la temperatura del vidrio antes de verter la carga o gota.

<b>Decorado</b>	Proceso de impregnar un diseño definido con o sin color en la botella de vidrio.
<b>Fondo</b>	Pieza de la moldura que se ensambla con el molde para formar la parte inferior o base del envase.
<b>Horno</b>	Estructura de material refractario encargado de realizar la mezcla de materias primas para formar el líquido.
<b>Leyenda</b>	Rebajes marcados en fondos y/o moldes, los cuales son identificadores de marca del cliente y/o planta de producción.
<b>Lubricación</b>	Aplicación de una dosis de grasa o aceite en el área de contacto con el vidrio, para formar una película protectora y deslizante.
<b>Lubricante</b>	Grasa o aceite utilizado para la lubricación de molduras y que facilita el deslizamiento del vidrio.
<b>Máquina IS</b>	Máquina neumática formadora del envase de vidrio, la cual se mueve con base en señales electrónicas.
<b>Molde</b>	Pieza de la moldura que es encargada de dar la forma final al envase de vidrio.
<b>Obturador</b>	Pieza de la moldura que sirve como sello entre las dos partes del bombillo, para formar la preforma.

<b>Pistón</b>	Pieza metálica encargada del prensado del vidrio en el bombillo para formar la cavidad en la preforma.
<b>Preforma</b>	Forma preliminar el envase de vidrio que facilita el soplo final.
<b>Proceso prensa-soplo</b>	Proceso de fabricación de vidrio que involucra el prensado de un pistón para formar la preforma y un soplo final para dar el acabado al envase.
<b>Proceso soplo-soplo</b>	Proceso de fabricación de vidrio que involucra un soplo en la fabricación de la preforma y un soplo final para dar el acabado al envase.
<b>Templado</b>	Proceso químico que busca incrementar la dureza del envase de vidrio.





## **RESUMEN**

En el presente trabajo de graduación desarrollado en las instalaciones de la Vidriera Guatemalteca, S.A. (VIGUA) se describe la optimización del proceso de lubricación, en el área de molduras para la fabricación de botellas de vidrio y compara los resultados de la utilización del método propuesto y el método actual.

El trabajo inició con un reconocimiento general de la empresa, el cual consiste en definir misión, visión, valores y la descripción de los productos que fabrica la planta. Se estudiaron los diferentes aspectos de la botella de vidrio.

Se introduce a los conceptos básicos de un estudio de tiempos y movimientos, se definen las herramientas por utilizar en los mismos y las aplicaciones que se pueden obtener de sus resultados. Se define qué es un diagrama bimanual, un diagrama de flujo de proceso y un diagrama de proceso.

Como siguiente etapa, se evalúa la situación actual del proceso de lubricación, partiendo desde las herramientas utilizadas, la estación de trabajo y los tipos de lubricantes que se utilizan en la actualidad. Se elaboraron los diagramas bimanuales, de proceso y de flujo de proceso para el método actual.

Se realiza un análisis del desempeño del personal y las condiciones a los que éstos se enfrentan, tales como el ruido, la temperatura y las condiciones de seguridad e higiene.

Se procede a hacer los ajustes en los diagramas y procedimientos para determinar el método óptimo, que se utilizará en el estudio de tiempos. Luego se realiza el cronometraje de tiempos para los elementos de ambos lados de la máquina y determinar el tiempo estándar de la operación por lado. Posteriormente, se elabora un manual técnico operativo detallando el proceso diseñado para la lubricación de molduras.

Se propone un procedimiento de aplicación, para que todos los operarios y ayudantes sean capacitados acerca del método de lubricación. Según los métodos propuestos, se elaboran formatos de registros de control de calidad para monitorear los defectivos por mancha de lubricación.

Por último, se comparan los resultados de una máquina que utiliza el método actual, con una que utiliza el método propuesto, lo cual resulta en la disminución del número de piezas defectivas por mancha de lubricación.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un proceso para optimizar la lubricación en el área de molduras de botellas de vidrio para aumentar la eficiencia de la línea.

### **Específicos**

1. Analizar la estación de trabajo actual y determinar si existen posibles mejoras en la distribución de la misma.
2. Detectar los tiempos de ocio tanto de las máquinas como de los operadores.
3. Analizar el método actual por medio de un diagrama bimanual y diagrama de flujo de proceso.
4. Tecnificar las herramientas utilizadas en el proceso de lubricación y determinar si existe alguna oportunidad de mejora.
5. Realizar un estudio de movimientos para establecer el método estándar óptimo de lubricación de molduras.
6. Realizar un estudio de tiempos para establecer el tiempo estándar que debe tardar el proceso de lubricación.

7. Capacitar a los operarios de las diferentes líneas de producción para que utilicen el método optimizado.

## INTRODUCCIÓN

La fabricación de botellas de vidrio y en sí la industria del vidrio es una de las más antiguas que ha creado el hombre, sin embargo, esta involucra un proceso complejo debido a que debe cumplir con altos estándares de calidad, porque contendrá bebidas o líquidos que serán comercializados.

Actualmente, las industrias fabricantes de botellas de vidrio cuentan con procesos de producción sofisticados, utilizando tecnología de última generación, dándole variación y adaptación a los diferentes tipos de vidrio que se pueden producir. Se puede combinar la mezcla de materias primas para la conveniencia de la entidad fabricante de las botellas.

El uso de la tecnología en esta industria, involucra la industrialización y automatización de los procesos. Las máquinas, aunque automatizadas, necesitan de la supervisión de un operador, debido a que la maquinaria trabaja el vidrio a base de fundición, por lo tanto, a altas temperaturas por la naturaleza de sus componentes. El mantenimiento y lubricación del equipo utilizado para este proceso aumenta su tiempo de vida útil.

La industria fabricante de botellas de vidrio utiliza diferentes tipos de moldes para distintos clientes que atiende, y la correcta lubricación de los moldes influye en la calidad de la fabricación de las botellas de vidrio, afectando directamente la eficiencia en la línea de estudio.

La optimización del proceso de mantenimiento por lubricación en los moldes tiene impacto en la eficiencia, la eleva considerablemente, reduce los tiempos de producción y desperdicio, fabricando un producto de alta calidad.

## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

En el presente capítulo se detallan todos los puntos que son importantes para el conocimiento de la empresa en la cual se desarrolla el trabajo. Se describe su historia, misión, visión, valores y ubicación. Posteriormente, se describen conceptos básicos de la teoría de estudio de tiempos y movimientos.

### **1.1. Generalidades de la empresa**

Se realiza un reconocimiento previo de la empresa en la que se desarrolla el trabajo de graduación.

#### **1.1.1. Reseña histórica**

VIGUA, S.A. es parte del Grupo Vidriero Centroamericano (VICAL) el cual tiene, actualmente, dos plantas de producción en Centroamérica, una en Costa Rica (VICASA) y la otra en Guatemala (VIGUA).

Antiguamente, la fábrica de envases de vidrio en Guatemala tenía por nombre CAVISA, pero debido a problemas con los sindicatos guatemaltecos, esta se fue a la quiebra. En 1994, la empresa reabrió bajo el nombre de VIGUA y desde entonces ha sido la planta líder de VICAL, tanto que en 2011 rompieron la marca de la corporación al promediar un 91,75 % de eficiencia de empackado, en octubre de ese año.



### **1.1.2. Ubicación**

Avenida Petapa 48-01, zona 12, ciudad de Guatemala, Guatemala.

### **1.1.3. Descripción de la planta**

VIGUA tiene diferentes departamentos distribuidos a lo largo de toda la planta. Los principales son:

- Fabricación
- Mantenimiento IS
- Seguridad industrial
- Compras
- Gerencia
- Control de calidad
- Calidad integral
- Ingeniería de planta

Dentro del área de producción se encuentran:

- 2 hornos para la fabricación de vidrio
- 6 máquinas conectadas a los hornos (3 por horno)
- Mesas de inspección por máquina
- 6 templadores (1 por máquina)
- Máquinas para control de calidad electrónico
- Mesas de inspección de control de calidad

#### **1.1.4. Misión**

“Empacar envases de vidrio que cumplan con las normas de calidad establecidas con los clientes a través de una revisión efectiva, confiable y oportuna dentro de un ambiente laboral de respeto que cumpla con las normas de seguridad, buscando la superación constante del personal y del departamento.”<sup>1</sup>

#### **1.1.5. Visión**

“Elaborar envases de vidrio y cristalería que cumplan las expectativas de nuestros clientes de acuerdo al programa de producción, optimizando los recursos técnicos y humanos disponibles, buscar un incremento constante de la productividad y a la vez desarrollar a nuestro personal en un ambiente de respeto y armonía fomentando el mejoramiento continuo en todos nuestros procesos sin perjudicar el medio ambiente.”<sup>2</sup>

#### **1.1.6. Valores**

VIGUA se caracteriza por ser una empresa seria y eficiente, con muchos valores que rigen su día a día. Internamente se resaltan tres valores esenciales:

- “Respeto a la persona
- Calidad
- Servicio”<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Gerencia de personal. *Manual de inducción VIGUA 2005*. p. 3.

<sup>2</sup> *Ibíd*, p. 3.

<sup>3</sup> *Ibíd*, p. 4.

### **1.1.7. Productos**

Los productos, aunque todos son envases de vidrio, se manejan por medio de familias de envases, las cuales son una clasificación de las mismas de acuerdo con sus características de fabricación y el contenido final. Sin embargo, se puede destacar que el producto principal de esta compañía son los envases fabricados de vidrio.

## **1.2. Generalidades acerca de la botella de vidrio**

Se debe tener un concepto básico acerca de la botella de vidrio para conocer el proceso de su fabricación.

### **1.2.1. Definición de vidrio**

Material transparente, duro y frágil a temperatura ambiente, obtenido de la mezcla de caliza, arena sílice y carbonato de sodio. Se utiliza para fabricar recipientes, lentes, ventanas.

### **1.2.2. Definición de botella**

Recipiente alto, generalmente cilíndrico y con el cuello largo y estrecho, para almacenar principalmente líquidos. Mayormente hecho de vidrio o plástico.

### **1.2.3. Materia prima utilizada**

Entre las principales materias primas utilizadas para la fabricación de envases de vidrio están:

- Arena sílice
- Carbonato de sodio
- Caliza
- Soda
- Alúmina
- Feldespato
- Sulfato de sodio
- Colorantes
- Dolomita

Cada una de las materias primas, son revisadas y evaluadas meticulosamente para garantizar su calidad y la calidad final del envase de vidrio. Dentro de los estudios realizados a la materia prima se destaca la humedad y granulometría.

#### **1.2.4. Tipos de botellas**

Las principales familias de envases o tipos de botellas son:

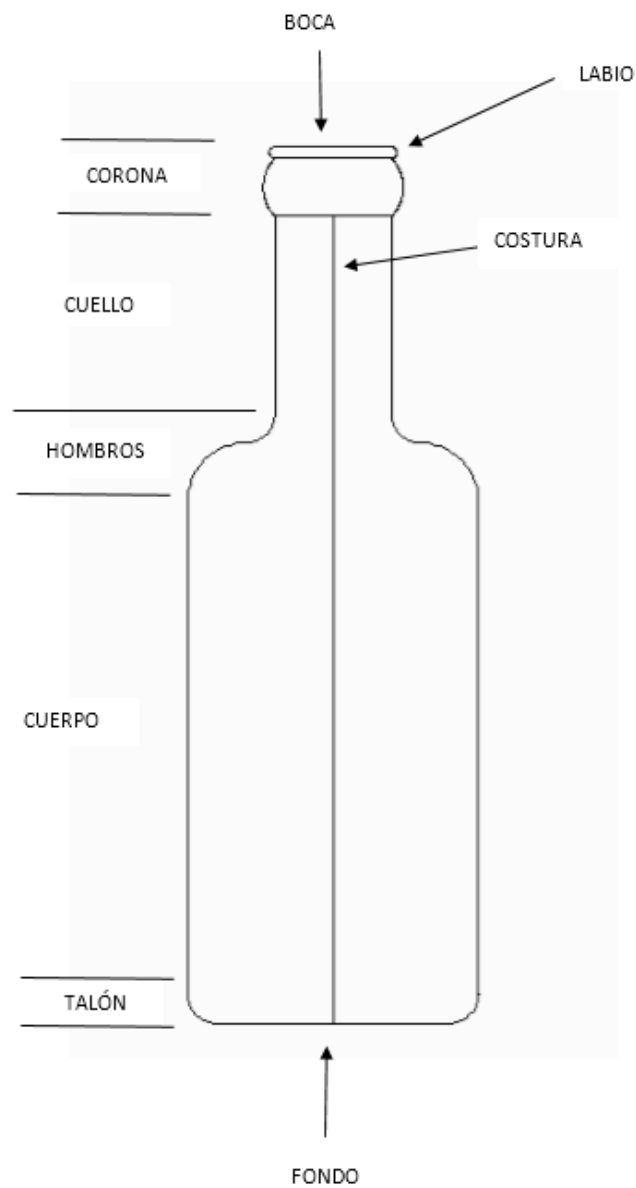
- **Ánfora:** botellas con diseños irregulares en su superficie. Ejemplo: octavo de Quetzalteca.
- **Cervecera:** fabricadas para contener específicamente cerveza. Ejemplo: Cerveza Gallo.
- **Champañera:** fabricadas exclusivamente para champaña.
- **Genérica:** botella que puede ser usada para diferentes productos finales. Ejemplo: rica roja, uva y piña.
- **Industrial:** para diferentes usos dentro de la industria.
- **Juguera:** fabricada para portar diferentes tipos de jugos.
- **Licorera:** diseñada para el licor. Ejemplo: Ron Botrán.

- Medicinal: este tipo de botella lleva un proceso de esterilizado para proteger la medicina. Ejemplo: suero.
- Perfumera: para portar perfumes.
- Salsas: para todo tipo de salsas.
- Soderas: fabricada para portar bebidas de soda. Ejemplo: Coca-Cola.
- Tarro: este puede ser usado para diferentes propósitos.
- Vinagre: específicamente para llenar con vinagre.
- Vinera: diseñada para el vino.

### 1.2.5. Partes de la botella

En la figura se detallan las partes de la botella de vidrio.

Figura 1. Partes de la botella



Fuente: elaboración propia.

### **1.2.6. Proceso de producción general de la botella de vidrio**

- Venta: la venta es el procedimiento inicial del proceso de producción general de la botella de vidrio, en esta etapa, los vendedores y los clientes se ponen de acuerdo con las especificaciones del producto por fabricar y verifican su viabilidad.
- Orden de compra: en esta etapa, luego de cerrada la venta, los encargados asignan el producto a una planta y maquinaria determinada para su fabricación.
- Compra de materia prima: la fabricación del vidrio lleva materias primas, las cuales son seleccionadas y verificadas.
- Recepción de materia prima: la materia prima que ha sido comprada se recibe en la planta de producción y se almacena en Silos.
- Formulación: en esta etapa se realiza la formulación de la mezcla de los componentes del vidrio y se determina la cantidad óptima de cada materia prima por utilizar, según las especificaciones de la botella.
- Fundición: el horno es el encargado de la fundición de la materia prima. Cada horno posee diferentes mecanismos para la fundición óptima del vidrio.
- Paso a alimentador: el alimentador es un dispositivo que transporta el vidrio fundido hacia la máquina I.S. Dentro del alimentador existen diferentes dispositivos para la calibración del nivel del vidrio y ajustes de su temperatura para que sea la adecuada.
- Dosificador: este dispositivo recibe el vidrio fundido y lo homogeniza para que tenga la misma temperatura en todos sus lados. Se busca el equilibrio de temperatura para que los envases sean uniformes.

- Formado de envase: luego de pasar el alimentador y dosificador, el vidrio fundido sale cortado en velas, según el tipo y tamaño de botella, dirigido hacia la máquina I.S. que se encarga de la formación de la botella de vidrio. Luego de la formación del envase se le aplica un tratamiento, ya sea de freón, estaño o bióxido de azufre.
- Templador: luego de la formación de la botella de vidrio, esta aun contiene esfuerzos internos y queda frágil al ambiente, por lo que se envía al templador que elimina esos esfuerzos internos y le da resistencia al vidrio.
- Tratamiento: luego de salir del templador se le aplica un tratamiento al envase de vidrio, dependiendo del uso de la misma. Existen 3 tratamientos: AP5, Duracote y jabón.
- Inspección manual/automática: luego de pasar por todo el proceso de fabricación, la botella debe ser inspeccionada para verificar que cumpla con los estándares de calidad. Se realizan inspecciones tanto manual como automáticamente mediante máquinas, y se rechazan las botellas defectuosas.
- Acabado (decorado): dependiendo de las especificaciones de la botella, esta puede llevar un acabado decorativo que identifique la marca o información sobre la misma.
- Empacado: luego del acabado, se procede a empacar el producto, tomando en consideración el número de unidades por lote.
- Almacenamiento: luego de ser empacado, el producto se almacena interna o externamente de la planta, para esperar que sea recogido o enviado.
- Recepción del cliente: finalmente se entrega el producto terminado y empacado al cliente para que este lo utilice.



### **1.3. Estudio de tiempos**

Se definen los términos básicos para la comprensión de un estudio de tiempos.

#### **1.3.1. Definición general**

El estudio de tiempos es una herramienta utilizada para la medición de trabajo, que muestra los tiempos y ritmos de trabajo requeridos para realizar una tarea con las condiciones determinadas. Se emplea para tener una visión específica y determinar el tiempo requerido para llevar a cabo la tarea según una norma que se establezca como consecuencia del estudio.

#### **1.3.2. Propósito de su realización**

Establecer una norma estándar que exponga el tiempo exacto requerido para llevar a cabo una tarea determinada y previamente estudiada, tomando en cuenta todos los factores externos que puedan afectarla.

#### **1.3.3. Requisitos**

El estudio de tiempos toma un período prolongado para realizarse, pero va a depender del proceso por estudiar y de la técnica que va a seleccionarse. Los principales requisitos para una persona que va a realizar un estudio de tiempos son: honradez, tacto, comprensión, buen juicio, paciencia, entusiasmo, precisión, entre otros.

#### **1.3.4. Herramientas**

Las herramientas utilizadas en el estudio de tiempo tienen gran influencia dentro del resultado final, ya que su correcta utilización puede causar impacto en la conclusión.

##### **1.3.4.1. Cronómetro**

Herramienta tipo reloj de precisión, que permite realizar mediciones de pequeños periodos de tiempo, incluyendo fracciones de segundos.

Los cronómetros que son recomendados para realizar un estudio de tiempos, según la Oficina Internacional del Trabajo, son:

- Mecánico: el cual incluye ordinario, vuelta a cero y de registro fraccional de segundos.
- Electrónico: único o integrado en otro dispositivo.

##### **1.3.4.2. Tablero para formularios**

Esta herramienta no es crucial, pero aumenta la comodidad para realizar el estudio de tiempos. Consiste en una simple tabla de madera o plástico liso, con un agarrador en el borde superior para sujetar los formularios en los cuales se irán anotando las mediciones. Las principales características por resaltar en un tablero para formularios es su tamaño y rigidez, ya que deben ser de mayor tamaño que los formularios. Algunos tienen un sujetador para cronometro.

#### **1.3.4.3. Formularios para el estudio de tiempos**

Debido a la naturaleza del estudio de tiempos y dependiendo de la magnitud del estudio, este demanda de una gran cantidad de datos tales como la toma de tiempos en sí, descripciones, valoraciones, notas, etcétera. Lo recomendable es realizar un formulario para los diferentes datos que se tomarán, y las características y notas de los mismos.

El formato de los formularios depende de la tarea que se está estudiando y del analista, ya que la percepción y facilidad es diferente en cada analista de tiempos.

Los formularios para estudio pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Formularios para tomar datos: como su nombre lo indica, son los utilizados para la toma de datos en tiempo real y con observaciones.
- Formularios para estudiar datos tomados: son los utilizados para analizar y evaluar los datos tomados previamente.

#### **1.3.5. Selección del trabajo**

El primer paso para realizar un estudio de tiempos es seleccionar el trabajo o tarea que va a ser estudiado y realizar una pre-evaluación para determinar, si es viable o no, un estudio de tiempos. La selección de trabajo, puede surgir de un problema de tiempo ocioso, buscar optimizar la misma tarea, búsqueda de cuellos de botella, petición de los operarios, como preparación

para un estudio de métodos o movimientos, o para balancear una línea de producción.

### **1.3.6. Selección del operario**

Dentro del estudio de tiempos no solo es importante la selección del trabajo ni las técnicas por utilizar para realizarlo. El factor humano también juega un papel importante debido a que realmente a quienes estamos estudiando, es a los operarios que realizan el trabajo. A lo largo de los años se han podido identificar dos tipos de operadores:

- Trabajadores representativos
- Trabajadores calificados

### **1.3.7. Técnicas para la toma de tiempos**

Existen dos principales técnicas para el cronometraje del tiempo:

- Cronometraje acumulativo: consiste en comenzar la toma del tiempo y no parar hasta que se terminen de realizar todas las actividades del trabajo que se está estudiando. Al final de cada actividad, el encargado de tomar el tiempo consigna la duración de la misma. Y los tiempos netos de cada observación son resultado de las respectivas restas entre los tiempos totales de observación.
- Cronometraje con vuelta a cero: esta técnica de cronometraje consiste básicamente en tomar el tiempo por separado de cada una de las actividades del trabajo en estudio. Al finalizar la actividad se vuelve el reloj a cero y se cronometra la siguiente.

### **1.3.8. Selección de la técnica por utilizar**

La técnica por utilizar el estudio de tiempos va a depender en gran parte por la preferencia del especialista que esté realizando el estudio. No depende tanto del tipo de trabajo, sino de cómo se siente más cómodo el especialista.

### **1.3.9. Tiempo estándar**

Es importante conocer el tiempo estándar, por ello primero se definen sus componentes y usos dentro del estudio.

#### **1.3.9.1. Definición**

El tiempo estándar es el resultado de todo el estudio de tiempos, este es la base para calcular la producción por ciclo, hora, minuto o medida de tiempo que se desee.

El tiempo estándar incluye todos los factores que afectan al proceso, tales como: experiencia del operador, fatiga, cambio de materiales, necesidades personales, tiempo para tomar agua y otros.

#### **1.3.9.2. Cálculo**

El cálculo del tiempo normal lleva una serie de pasos por seguir para su correcta ejecución, los cuales se describen a continuación:

#### **1.3.9.2.1. Análisis de consistencia**

El análisis de consistencia de los datos se resume a la comparación de datos obtenidos durante el estudio, y del dato presente al ser anotado en el formulario de datos. Es decir, si el dato tomado actual tiene algún tipo de relación con los datos anteriormente tomados, es descartado de ser una inconsistencia.

#### **1.3.9.2.2. Tiempo promedio**

Después de que las lecturas fueron clasificadas como consistentes, se procede a calcular el promedio de todas las observaciones.

#### **1.3.9.2.3. Tiempo normal**

El tiempo normal es aquel que es el resultado de agregar la valoración del ritmo de trabajo al tiempo promedio por elemento. Para el cálculo del tiempo normal, la base es esta ecuación:

$$T_n = T_e * F_e$$

Donde:

$T_n$  = tiempo normal

$T_e$  = tiempo promedio por elemento

$F_e$  = factor de eficiencia

#### **1.3.9.2.4. Suplementos**

Como resultado de que el trabajo por estudiar normalmente está siendo realizado por una persona, es necesario considerar que esta tiene necesidades y sufre de cierta fatiga mientras está realizando el trabajo. Es aquí donde se consideran estos aspectos.

Existen muchos tipos de suplementos, pero los más utilizados en la industria son:

- Suplementos por necesidades personales
- Suplementos por fatiga
- Suplementos por demoras inevitables.

#### **1.4. Estudio de movimientos**

Para complementar el estudio de tiempos, se definen los conceptos básicos del estudio de movimientos.

##### **1.4.1. Definición**

El estudio de movimientos es aquel que se encarga de analizar los movimientos del cuerpo humano que está realizando cierta actividad. Específicamente, estudia al operario y los movimientos en su área de trabajo.

#### **1.4.2. Clasificación de los movimientos**

Los movimientos del cuerpo humano se dividen en cinco grupos que sirven como eje de apoyo al mismo. La clase del movimiento que se emplea, va directamente relacionada con las partes del cuerpo que se utilizan, esta tabla muestra las clases y partes del cuerpo empleadas por cada uno:

Tabla I. **Clases de movimientos según su eje**

<b>Clase</b>	<b>Punto o eje</b>	<b>Partes del cuerpo</b>
1	Nudillos	Dedos
2	Muñeca	Mano y dedos
3	Codo	Antebrazo, mano y dedos
4	Hombro	Brazo, antebrazo, mano y dedos
5	Tronco	Torso, brazo, antebrazo, mano y dedos.

Fuente: elaboración propia.

#### **1.4.3. Estudio de micromovimientos**

Los movimientos del cuerpo humano son complejos y existen de diferente variedad; el estudio de micromovimientos es el encargado de analizar los pequeños movimientos del cuerpo humano, que son repetitivos y fuente de mejora.



#### **1.4.4. Diagrama de operaciones**

El diagrama de operaciones del proceso (DOP) es una representación gráfica de la serie de pasos por seguir para realizar una tarea o trabajo. El diagrama de operaciones de proceso considera únicamente las operaciones y



las inspecciones dentro del mismo. Para realizar un diagrama de proceso es necesario utilizar los símbolos establecidos, que son:

Tabla II. **Símbolos del DOP**

Símbolo	Actividad	Descripción
	Operación	Actividad que se le realiza directamente al producto. Acción de realizar una tarea.
	Inspección	Actividad que implica la observación y análisis de la calidad de la operación.



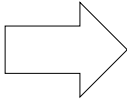

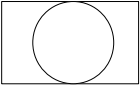
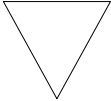
Fuente: elaboración propia.

Para iniciar un DOP es comúnmente utilizada la línea vertical al lado derecho de la hoja, empleando líneas horizontales para indicar la entrada de materias primas.

#### **1.4.5. Diagrama de flujo**

El diagrama de flujo del proceso (DFP), al igual que el DOP, es una representación gráfica de una serie de pasos ordenados para realizar una actividad o tarea, con la diferencia que el diagrama de flujo de proceso es mucho más detallado que el DOP. Para la estructuración de un DFP se tienen seis diferentes símbolos que representan una actividad, los cuales son:

Tabla III. **Símbolos del DFP**


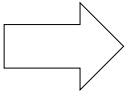

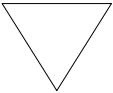
Símbolo	Actividad	Descripción
	Operación	Transformación física o química del producto.
	Demora	Esta actividad hace presencia cuando se interfiere en la actividad a realizar y atrasa a la actividad siguiente.
	Transporte	Ocurre cuando una actividad o un objeto tienen que ser trasladado de un lugar a otro. (mayor a 1 m).
	Inspección	Actividad que implica la observación y análisis de la calidad de la operación.
	Combinada	Como se muestra en la figura y nombre, es una combinación entre una operación y una inspección.
	Almacenamiento	Finalización o iniciación del diagrama de flujo de proceso para indicar el almacenamiento en o extracción de bodega.

Fuente: elaboración propia.

#### 1.4.6. Diagrama bimanual

El diagrama bimanual es aquel que da una representación gráfica a las acciones que realizan la mano derecha y mano izquierda y la relación que existe entre ellas. Los símbolos que utiliza son parecidos a los que emplea el DFP, pero con diferente significado. La siguiente tabla muestra los símbolos:

Tabla IV. **Símbolos del diagrama bimanual**

Símbolo	Actividad	Descripción
	Operación	Se emplea para los actos de sujetar, utilizar, soltar, etcétera, una herramienta pieza o material.
	Transporte	Se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos
	Demora o espera	Se emplea para indicar el tiempo en que la mano no trabajó (aunque quizá trabaje la otra.)
	Sostenimiento	Se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.

Fuente: elaboración propia.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

Es indispensable conocer las condiciones y procesos que actualmente se emplean en la empresa antes de optimizar el método de lubricación. En este capítulo se detalla la situación actual del proceso de lubricación, a partir de un análisis de observación de la operación, análisis del personal y de las condiciones ambientales a las que están expuestos.

### **2.1. Descripción del proceso actual de lubricación según el tipo de proceso de producción**

- Proceso de producción soplo-soplo:
  - Para el proceso de producción soplo-soplo, los ayudantes del lado molde lubrican la boca del molde, fondos y, dependiendo de la moldura, se lubrican las leyendas, hombros o grabados que tengan.
  - Los operadores del lado bombillo lubrican los bombillos (preforma), obturadores y coronas.
  - La instrucción es que los operadores del lado bombillo lubriquen el bombillo desde la línea de nivel de carga hacia abajo, ya que con el proceso de soplado en el bombillo, la carga sube con más facilidad.
- Proceso de producción prensa-soplo:
  - Para el proceso de producción prensa-soplo, al igual que en el proceso de soplo-soplo, se lubrica del lado bombillo: las coronas, el bombillo y los obturadores.

- Del lado molde se lubrican los fondos y las bocas de molde. Como en todo proceso, la lubricación de hombros o leyendas dependerá del envase por fabricar.
- La instrucción es que los operadores del lado bombillo lubriquen el bombillo desde la línea de nivel de carga hacia arriba, para que durante el prensado del pistón, la carga pueda deslizarse hacia abajo y hacer la corona con más facilidad.

### **2.1.1. Herramientas utilizadas**

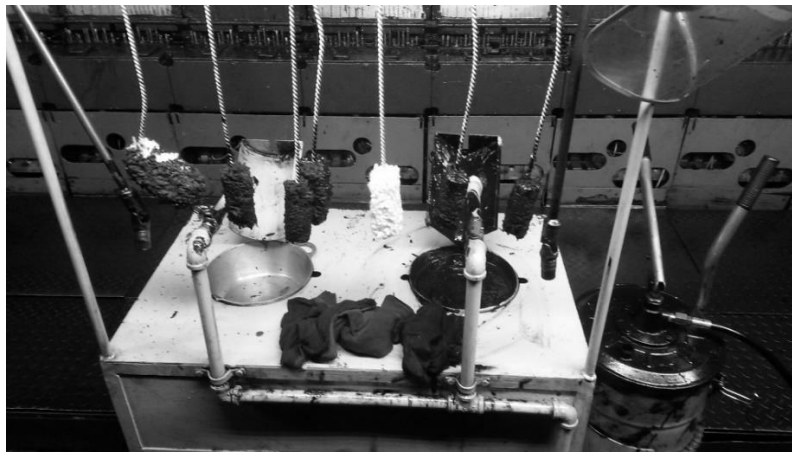
Las herramientas utilizadas son:

- Brocha grande: para lubricar, sus medidas dependen de las especificaciones de cada molde. Generalmente de 1 1/2" o 2"
- Brocha pequeña: para lubricar, sus medidas dependen de las especificaciones de cada molde. Generalmente de 1/4" o 1/2"
- Dispensador de lubricante: provee del lubricante seleccionado para la lubricación.
- Exprimidor: se utiliza para deshacerse del exceso de lubricante en la brocha.
- Recipiente de lubricante: en este se deposita el lubricante obtenido del dispensador.

### 2.1.2. Estación de trabajo

Se debe conocer la estación física de trabajo del operario y del ayudante para tomar decisiones posteriores en el método.

Figura 2. Estación de trabajo de lubricación



Fuente: estación de lubricación, Máquina 11, VIGUA.

### 2.1.3. Tipos de lubricante utilizados

La mayoría de lubricantes utilizados en la industria de fabricación de vidrio son fabricados a base de grafito, mezclado con un medio portador que generalmente puede ser un hidrocarburo o un aceite orgánico.

Los dos principales lubricantes que se utilizan en la lubricación de molduras son los siguientes:

- *Kleen Mold 197*: componente a base de petróleo que contiene grafito, azufre y otros aditivos. Se utiliza cuando el envase debe lucir extremadamente limpio como en los envases farmacéuticos, alimenticios, etcétera.

- Ventajas: película de lubricante uniforme, alarga la vida útil del equipo, las piezas terminadas son lisas y brillantes.
- Desventajas: ciclo corto de aplicación, no utilizable en equipo de entrega.
- *Glassflow Gold*: lubricante utilizado preferentemente en el equipo de entrega, que por su composición química no dejara manchas en la carga.
  - Ventajas: reduce el coeficiente de fricción, provee velocidad uniforme a la carga, positivo uso en equipo de entrega.
  - Desventaja: no utilizable en botellas que necesitan mucho brillo,

#### **2.1.4. Estudio de movimientos**

Se determinan los diagramas actuales a través de un estudio de movimiento del método.

##### **2.1.4.1. Diagrama bimanual actual**

Debido a que la operación de lubricación es altamente repetitiva, y no solo lleva una operación por producto fabricado, se realizó el diagrama bimanual tomando como referencia los dos primeros actos de lubricación, en las secciones 1 y 2 de la máquina I.S.

El diagrama bimanual actual se divide en dos diagramas, uno para el lado bombillo y otro para el lado del molde.

Figura 3. Diagrama bimanual actual lado bombillo





DIAGRAMA BIMANUAL (PROCESO DE LUBRICACIÓN, LADO BOMBILLO)									
Empresa: Vidriera Guatemalteca					Fecha: 03/12/2015				
Departamento: fabricación					Método: actual				
Producto: envase de vidrio					Elaborado: Bryan Argueta				
Pagina: 1 / 2					Aprobado: William Monroy				
Mano izquierda	Símbolo				Símbolo				Mano derecha
	●	➡	▼	D	●	➡	▼	D	
Esperar				x	x				Tomar brocha
Esperar				x			x		Sostener brocha
Esperar				x	x				Sumergir brocha
Esperar					x				Sacar brocha
Escurrir brocha	x				x				Escurrir brocha
Levantar brazo		x					x		Sostener brocha
Presionar botón	x						x		Sostener brocha
Bajar brazo		x					x		Sostener brocha
Esperar				x		x			Llevar brocha a bombillos sección 1
Esperar				x	x				Lubricar bombillo adentro lado 1
Esperar				x	x				Lubricar bombillo afuera lado 1
Esperar				x	x				Lubricar bombillo adentro lado 2
Esperar				x	x				Lubricar bombillo afuera lado 2
Esperar				x		x			Llevar brocha a coronas sección 1
Esperar				x	x				Lubricar corona fuera
Esperar				x	x				Lubricar corona dentro
Esperar				x		x			Llevar brocha a obturadores sección 1
Esperar				x	x				Lubricar obturador fuera
Esperar				x	x				Lubricar obturador dentro
Esperar				x		x			Llevar brocha a estación de trabajo



Continuación de la figura 3.

DIAGRAMA BIMANUAL (PROCESO DE LUBRICACIÓN, LADO BOMBILLO)									
Empresa: Vidriera Guatemalteca					Fecha: 03/12/2015				
Departamento: fabricación					Método: actual				
Producto: envase de vidrio					Elaborado: Bryan Argueta				
Pagina: 2 / 2					Aprobado: William Monroy				
Mano izquierda	Símbolo				Símbolo				Mano derecha
	●	➡	▼	■	●	➡	▼	■	
Esperar				x	x				Sumergir brocha
Esperar				x	x				Sacar brocha
Escurrir brocha	x				x				Escurrir brocha
Levantar brazo		x					x		Sostener brocha
Presionar botón	x						x		Sostener brocha
Bajar brazo		x					x		Sostener brocha
Esperar				x		x			Llevar brocha a bombillos sección 2
Esperar				x	x				Lubricar bombillo adentro lado 1
Esperar				x	x				Lubricar bombillo afuera lado 1
Esperar				x	x				Lubricar bombillo adentro lado 2
Esperar				x	x				Lubricar bombillo afuera lado 2
Esperar				x		x			Llevar brocha a coronas sección 2
Esperar				x	x				Lubricar corona fuera
Esperar				x	x				Lubricar corona dentro
Esperar				x		x			Llevar brocha a obturadores sección 2
Esperar				x	x				Lubricar obturador fuera
Esperar				x	x				Lubricar obturador dentro
Esperar				x		x			Llevar brocha a estación de trabajo

Continuación de la figura 3.

RESUMEN		
ACTIVIDAD	MANO DERECHA	MANO IZQUIERDA
OPERACIÓN 	23	6
TRANSPORTE 	8	4
SOSTENER 	7	0
DEMORA 	0	28
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>38</b>

Fuente: elaboración propia.

El diagrama muestra que la utilización de la mano izquierda dentro del proceso es prácticamente nula, ya que la única acción aislada que realiza es presionar el botón de detención de carga. Según el diagrama, aproximadamente 28 movimientos de la mano izquierda contra la mano derecha son demoras.





Figura 4. Diagrama bimanual actual lado molde

DIAGRAMA BIMANUAL (PROCESO DE LUBRICACIÓN, LADO MOLDE)									
Empresa: Vidriera Guatemalteca					Fecha: 04/12/2015				
Departamento: fabricación					Método: actual				
Producto: envase de vidrio					Elaborado: Bryan Argueta				
Pagina: 1 / 2					Aprobado: William Monroy				
Mano Izquierda	Símbolo				Símbolo				Mano Derecha
	●	➡	▼	D	●	➡	▼	D	
Esperar				x	x				Tomar brocha
Esperar				x			x		Sostener brocha
Esperar				x	x				Sumergir brocha
Esperar				x	x				Sacar brocha
Ecurrir brocha	x				x				Ecurrir brocha
Esperar				x		x			Llevar brocha a boca de moldes sección 1
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde adentro lado 1
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde afuera lado 1
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde adentro lado 2
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde afuera lado 2
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x		x			Llevar brocha a fondos
Esperar				x	x				Lubricar fondo fuera
Esperar				x	x				Lubricar fondo dentro
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x		x			Llevar brocha a leyendas
Esperar				x	x				Lubricar leyenda dentro

Continuación de la figura 4.

DIAGRAMA BIMANUAL (PROCESO DE LUBRICACIÓN, LADO MOLDE)									
Empresa: Vidriera Guatemalteca					Fecha: 04/12/2015				
Departamento: fabricación					Método: actual				
Producto: envase de vidrio					Elaborado: Bryan Argueta				
Pagina: 2 / 2					Aprobado: William Monroy				
Mano Izquierda	Símbolo				Símbolo				Mano Derecha
	●	➡	▼	D	●	➡	▼	D	
Esperar				x	x				Lubricar leyenda fuera
Esperar				x		x			Llevar brocha a estación de trabajo
Esperar				x	x				Sumergir brocha
Esperar				x	x				Sacar brocha
Escurrir brocha	x				x				Escurrir brocha
Esperar				x		x			Llevar brocha a boca de moldes sección 2
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde adentro lado 1
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde afuera lado 1
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde adentro lado 2
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde afuera lado 2
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x		x			Llevar brocha a fondos
Esperar				x	x				Lubricar fondo fuera
Esperar				x	x				Lubricar fondo dentro
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x		x			Llevar brocha a leyendas
Esperar				x	x				Lubricar leyenda dentro
Esperar				x	x				Lubricar leyenda fuera

Continuación de la figura 4.

RESUMEN		
ACTIVIDAD	MANO DERECHA	MANO IZQUIERDA
OPERACIÓN 	23	2
TRANSPORTE 	7	0
SOSTENER 	7	0
DEMORA 	0	35
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>37</b>

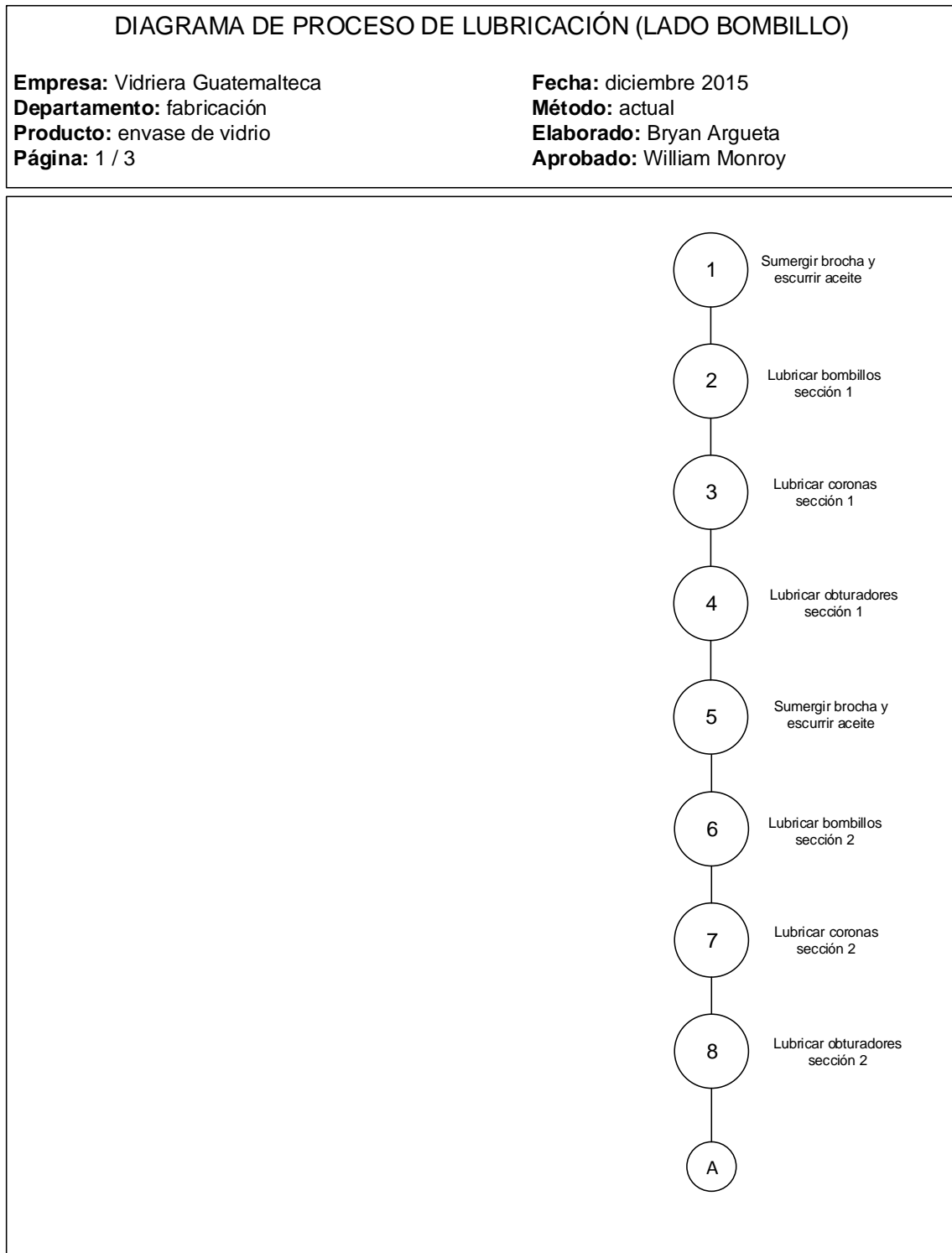
Fuente: elaboración propia.

Al igual que en el diagrama del lado bombillo, se observa que la mano izquierda no es utilizada en el proceso. En este caso el único movimiento que realiza la mano izquierda es asistir a la derecha para escurrir la brocha.

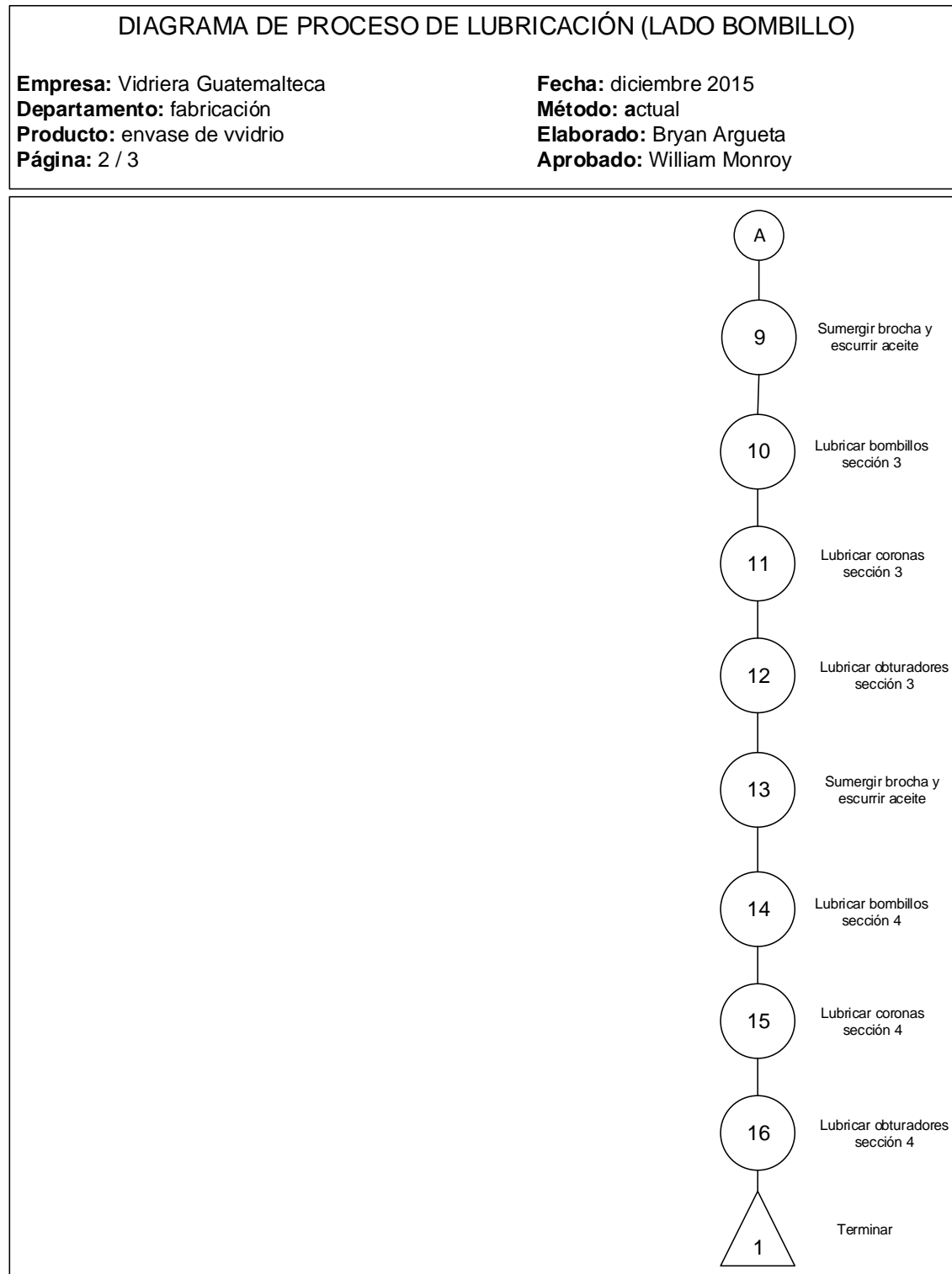
#### 2.1.4.2. Diagrama de proceso actual

Para el diagrama de proceso, al igual que en el diagrama bimanual, no se realizó el diagrama con las diez repeticiones habituales del procedimiento, debido a que es repetitivo. Para este diagrama se utilizaron de referencia, las cuatro primeras secciones de la máquina I.S.







Figura 5. Diagrama de proceso actual lado bombillo



Continuación de la figura 5.



Continuación de la figura 5.

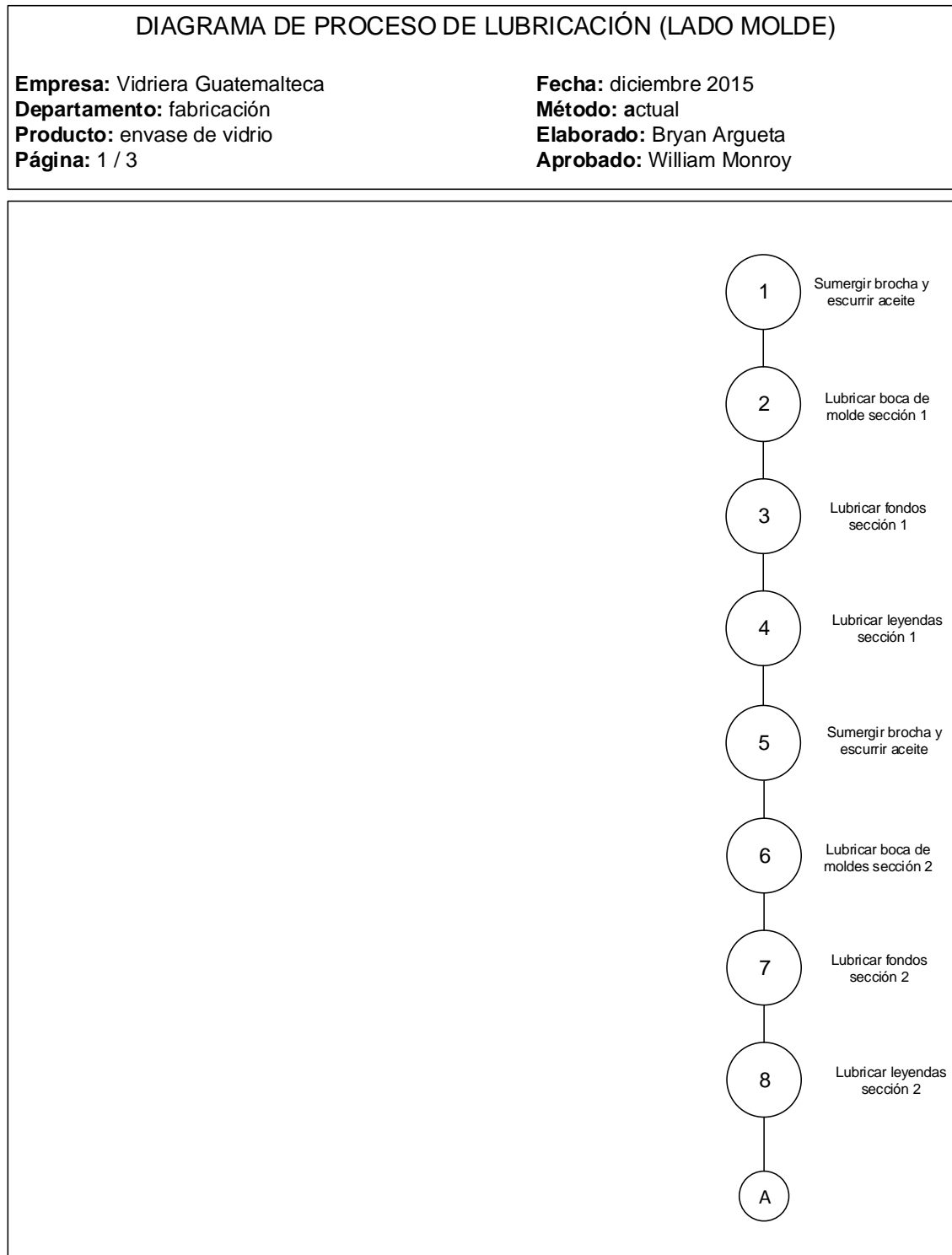
DIAGRAMA DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)																	
<b>Empresa:</b> Vidriera Guatemalteca <b>Departamento:</b> fabricación <b>Producto:</b> envase de vidrio <b>Página:</b> 3 / 3		<b>Fecha:</b> diciembre 2015 <b>Método:</b> actual <b>Elaborado:</b> Bryan Argueta <b>Aprobado:</b> William Monroy															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RESUMEN</th></tr> <tr> <th>ACTIVIDAD</th><th>SÍMBOLO</th><th>NÚMERO</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operación</td><td></td><td>16</td></tr> <tr> <td>Inspección</td><td></td><td>0</td></tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td><td>16</td></tr> </tbody> </table>			RESUMEN			ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO	Operación		16	Inspección		0	TOTAL		16
RESUMEN																	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO															
Operación		16															
Inspección		0															
TOTAL		16															

Fuente: elaboración propia.

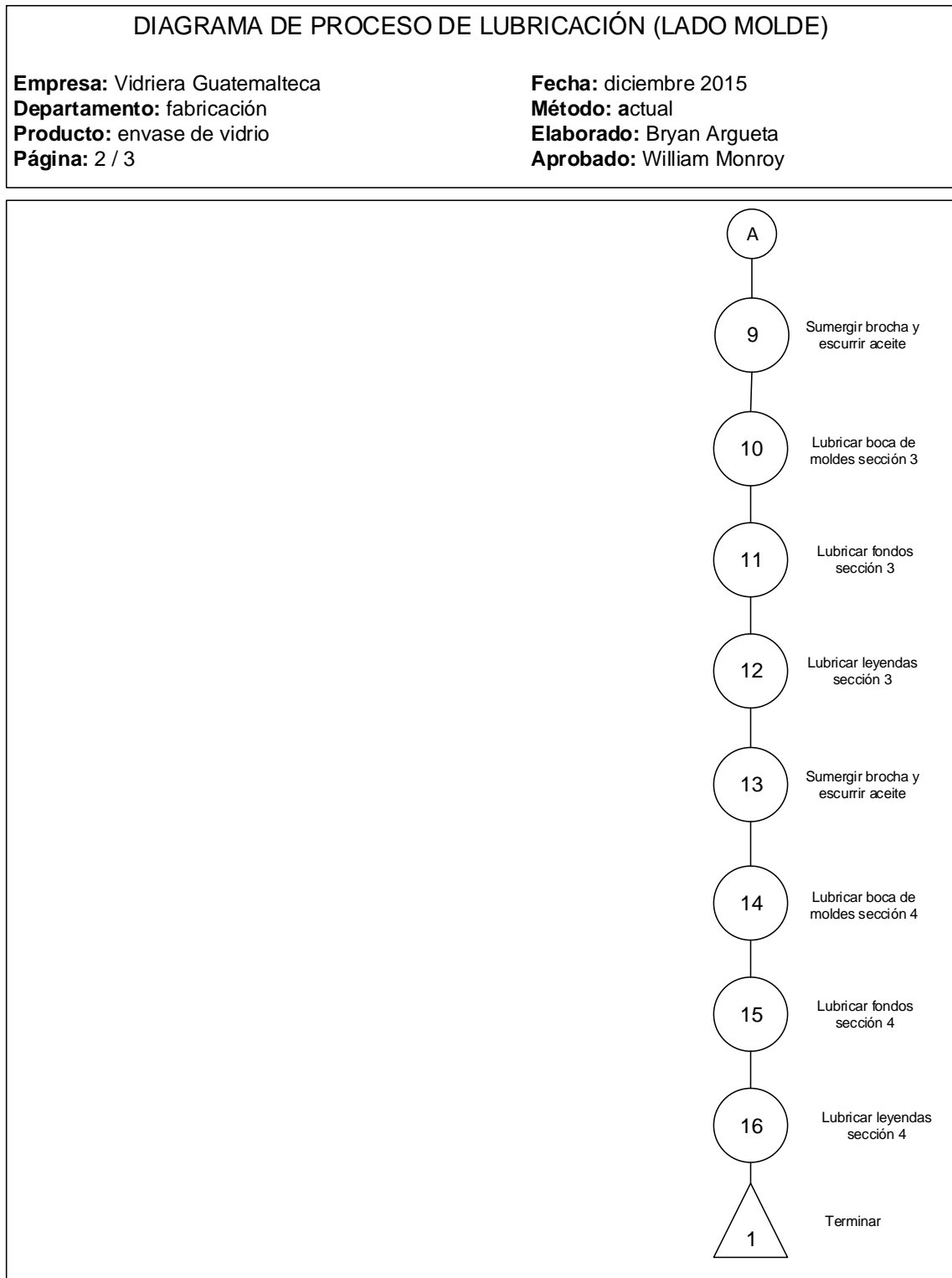
Se observa que la operación de sumergir y escurrir la brocha se repite después de cada sección que se lubrica. Esto aumenta el tiempo de la operación y mantiene la brocha en un estado mojado, lo cual no es recomendable.




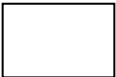
Figura 6. Diagrama de proceso actual lado molde



Continuación de la figura 6.



Continuación de figura 6.

DIAGRAMA DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO MOLDE)		
<b>Empresa:</b> Vidriera Guatemalteca <b>Departamento:</b> fabricación <b>Producto:</b> envase de vidrio <b>Página:</b> 3 / 3		<b>Fecha:</b> diciembre 2015 <b>Método:</b> actual <b>Elaborado:</b> Bryan Argueta <b>Aprobado:</b> William Monroy
RESUMEN		
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO
Operación		16
Inspección		0
TOTAL		16

Fuente: elaboración propia.

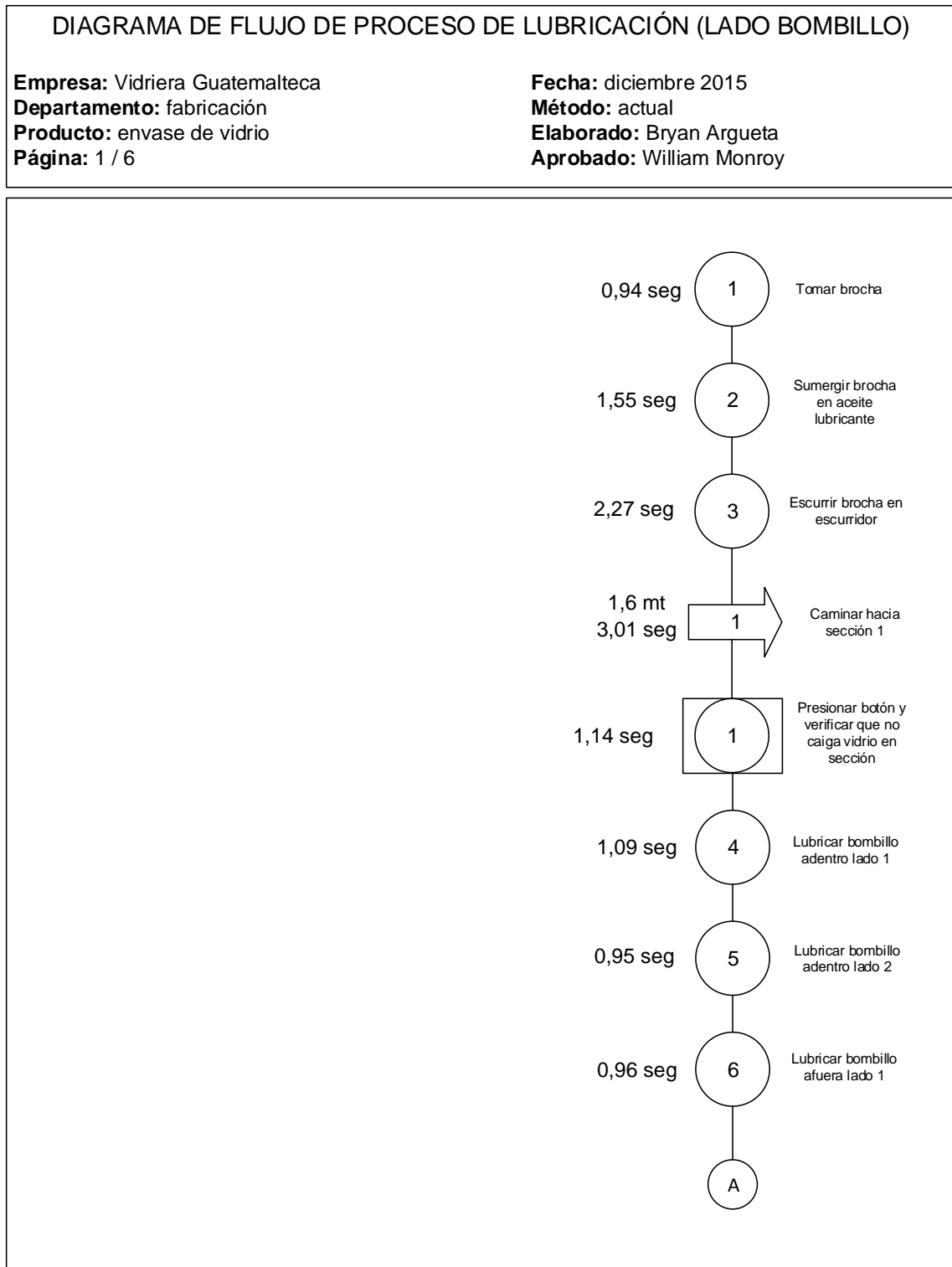
Mismo caso que del lado molde, la operación de sumergir y escurrir la brocha hace que el proceso se alargue y mantiene la brocha mojada dejando residuos en el molde.

#### 2.1.4.3. Diagrama de flujo actual

Al igual que en los diagramas de proceso y bimanual, el diagrama de flujo no se realizó completo, debido a que las actividades son repetitivas, por lo tanto, solo se realizó para las primeras tres secciones de la máquina I.S.

Para realizar el diagrama de flujo actual, se tomaron en cuenta las distancias y tiempos en la máquina 42.

Figura 7. Diagrama de flujo de proceso actual lado bombillo

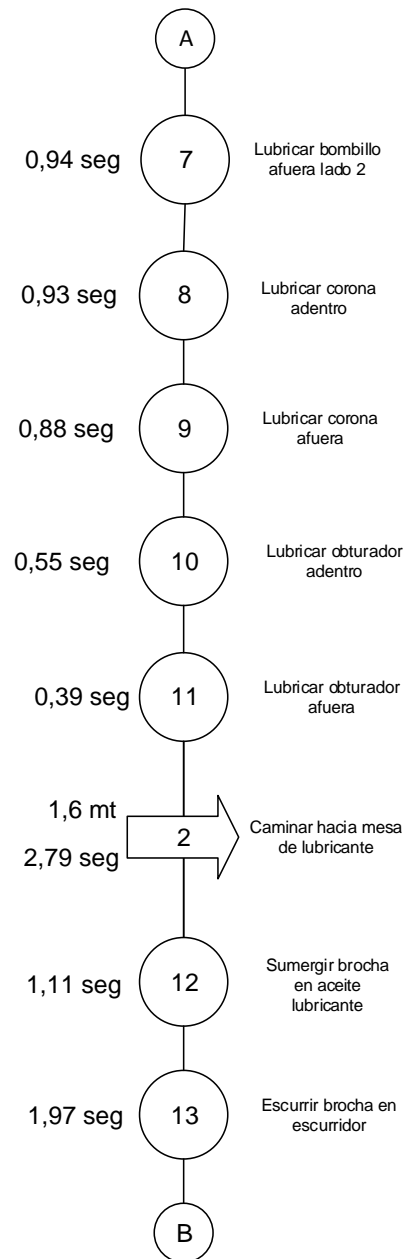


Continuación de la figura 7.

### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** fabricación  
**Producto:** envase de vidrio  
**Página:** 2 / 6

**Fecha:** diciembre 2015  
**Método:** actual  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy

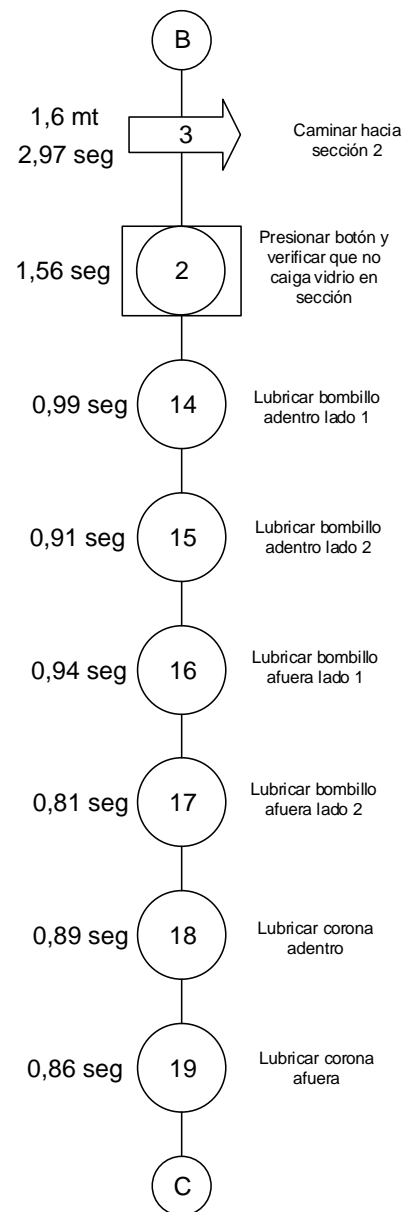


Continuación de la figura 7.

### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** fabricación  
**Producto:** envase de vidrio  
**Página:** 3 / 6

**Fecha:** diciembre 2015  
**Método:** actual  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy

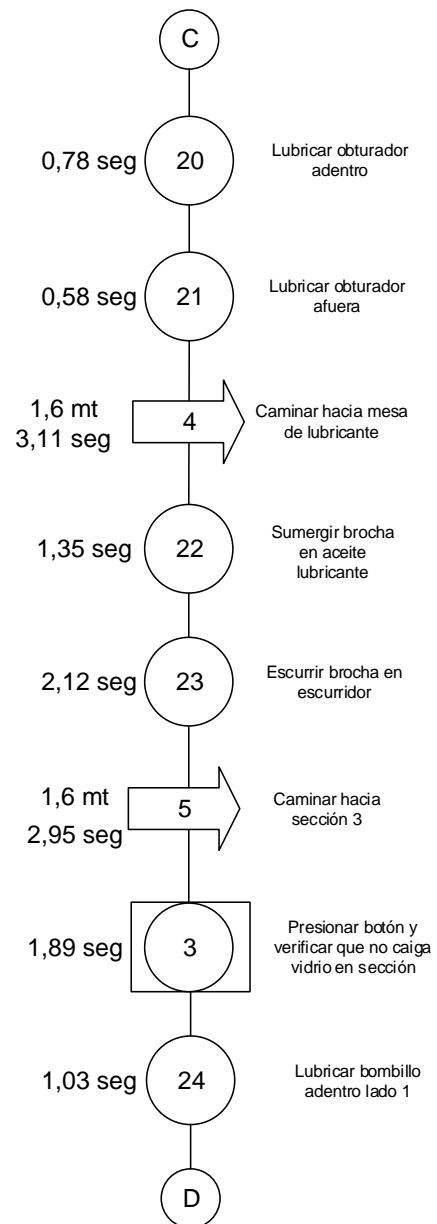


Continuación de la figura 7.

### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** fabricación  
**Producto:** envase de vidrio  
**Página:** 4 / 6

**Fecha:** diciembre 2015  
**Método:** actual  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy

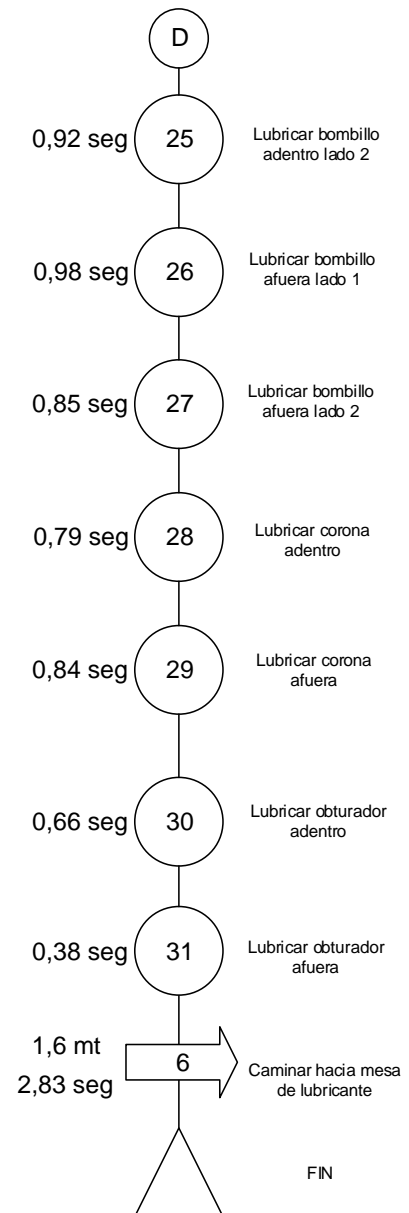


Continuación de la figura 7.

### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** fabricación  
**Producto:** envase de vidrio  
**Página:** 5 / 6

**Fecha:** diciembre 2015  
**Método:** actual  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy










Continuación de la figura 7.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** fabricación  
**Producto:** envase de vidrio  
**Página:** 6 / 6

**Fecha:** diciembre 2015  
**Método:** actual  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy

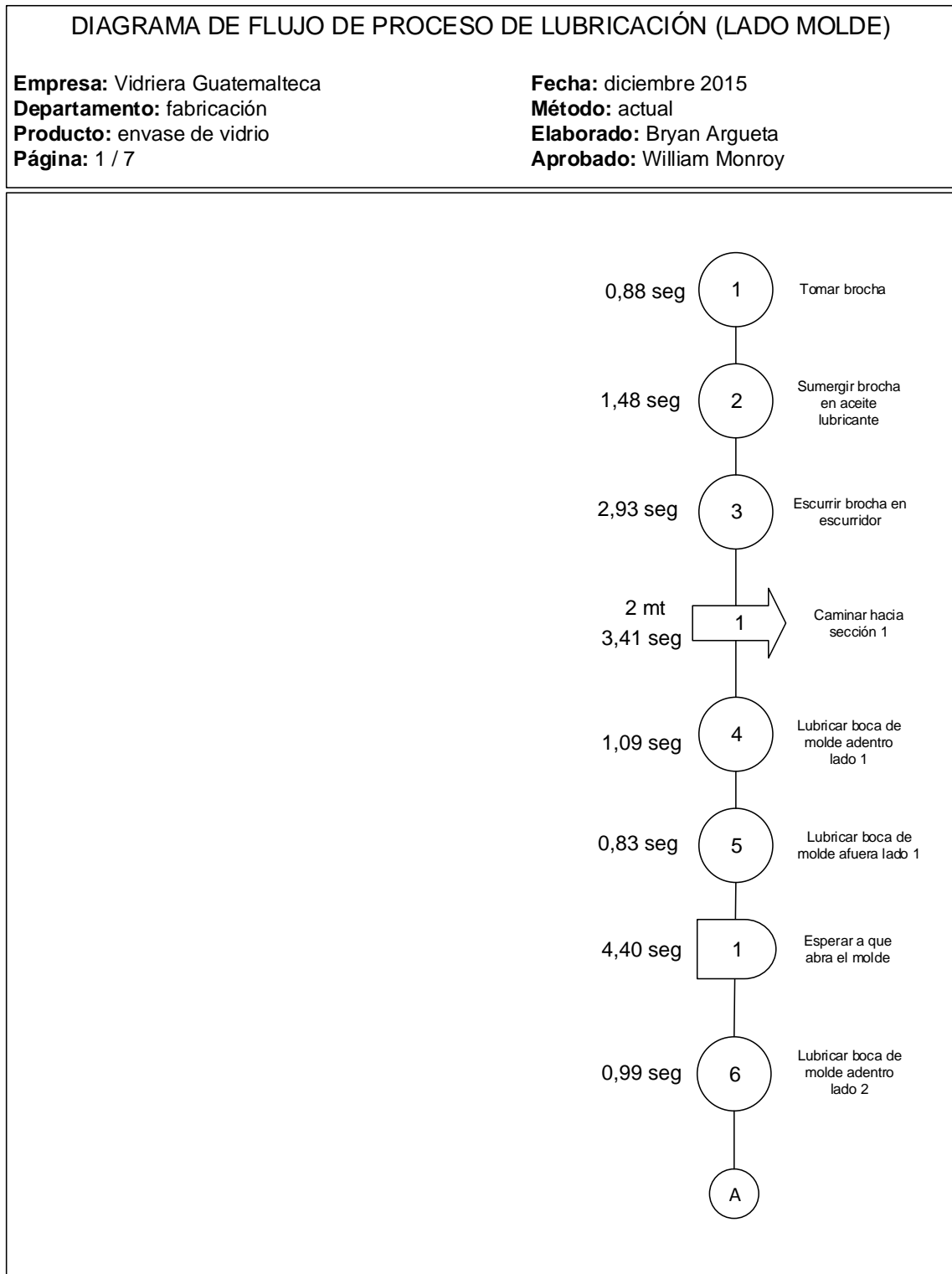
RESUMEN				
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO	Tiempo (seg)	Distancia (metros)
Operación		31	31,23	0
Inspección		0	0	0
Transporte		6	17,66	9,6
Demora		0	0	0
Combinada		3	4,59	0
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>53,48</b>	<b>9,6</b>

Fuente: elaboración propia

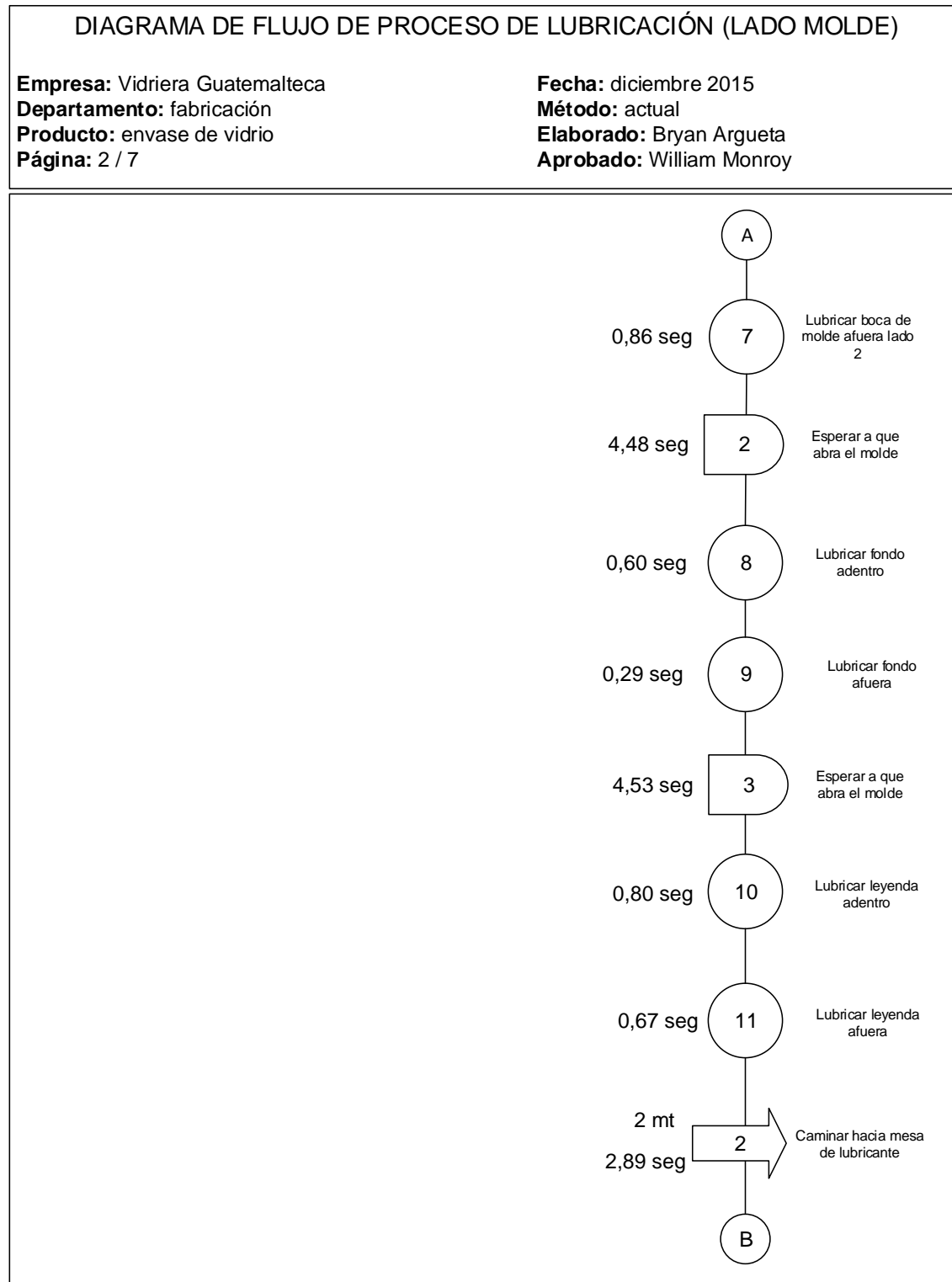
Para el lado bombillo únicamente los traslados entre secciones para sumergir y escurrir la brocha, suman 6,4 metros recorridos y 11,82 segundos para las primeras cuatro secciones de la máquina.

Si se proyectan estos resultados a ocho secciones, la distancia seria de 12,8 metros y el tiempo de 23,64 segundos, aproximadamente, solo en traslados, sin contar el tiempo de sumergido y escurrido.

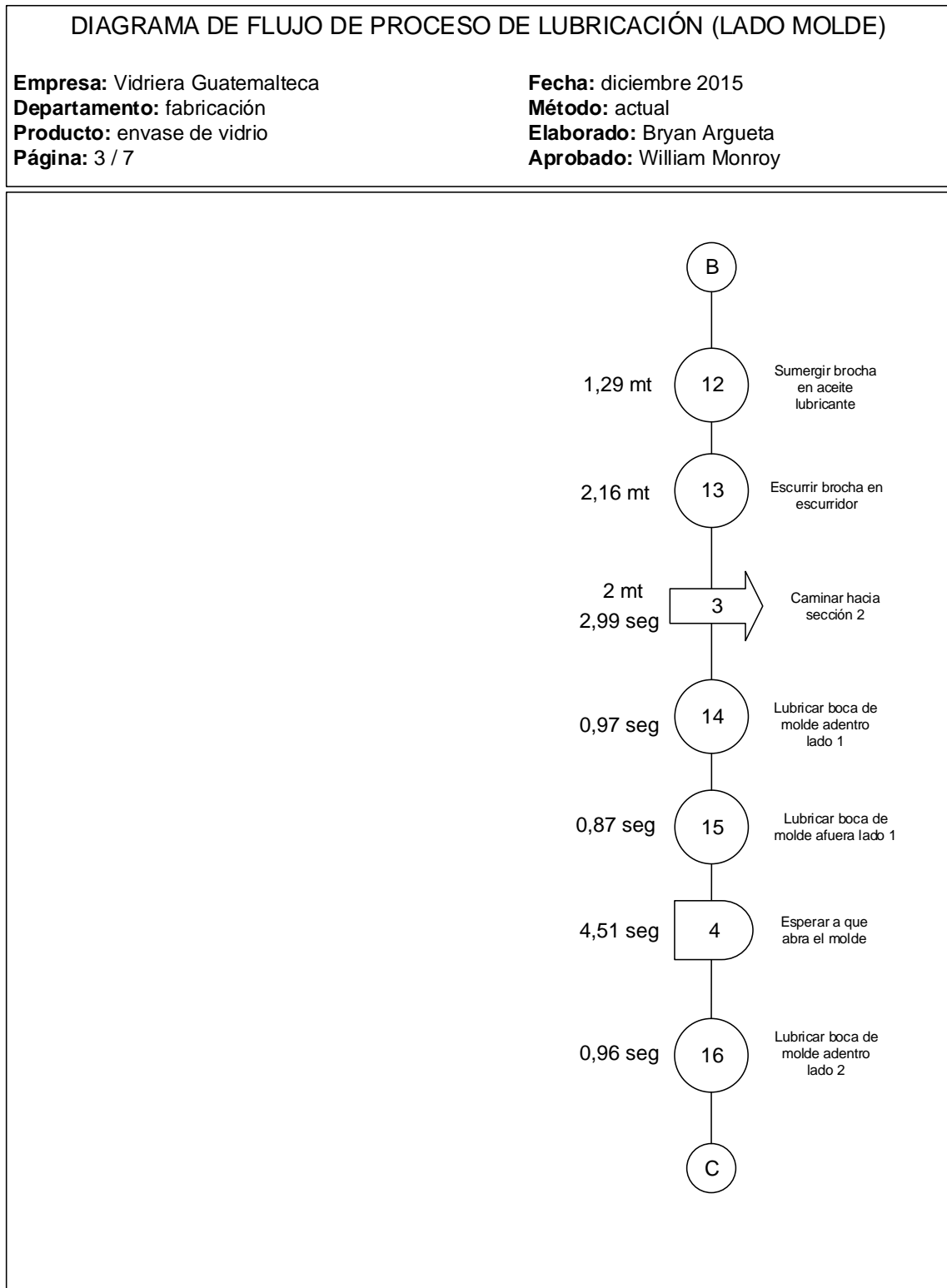
Figura 8. Diagrama de flujo de proceso actual lado molde



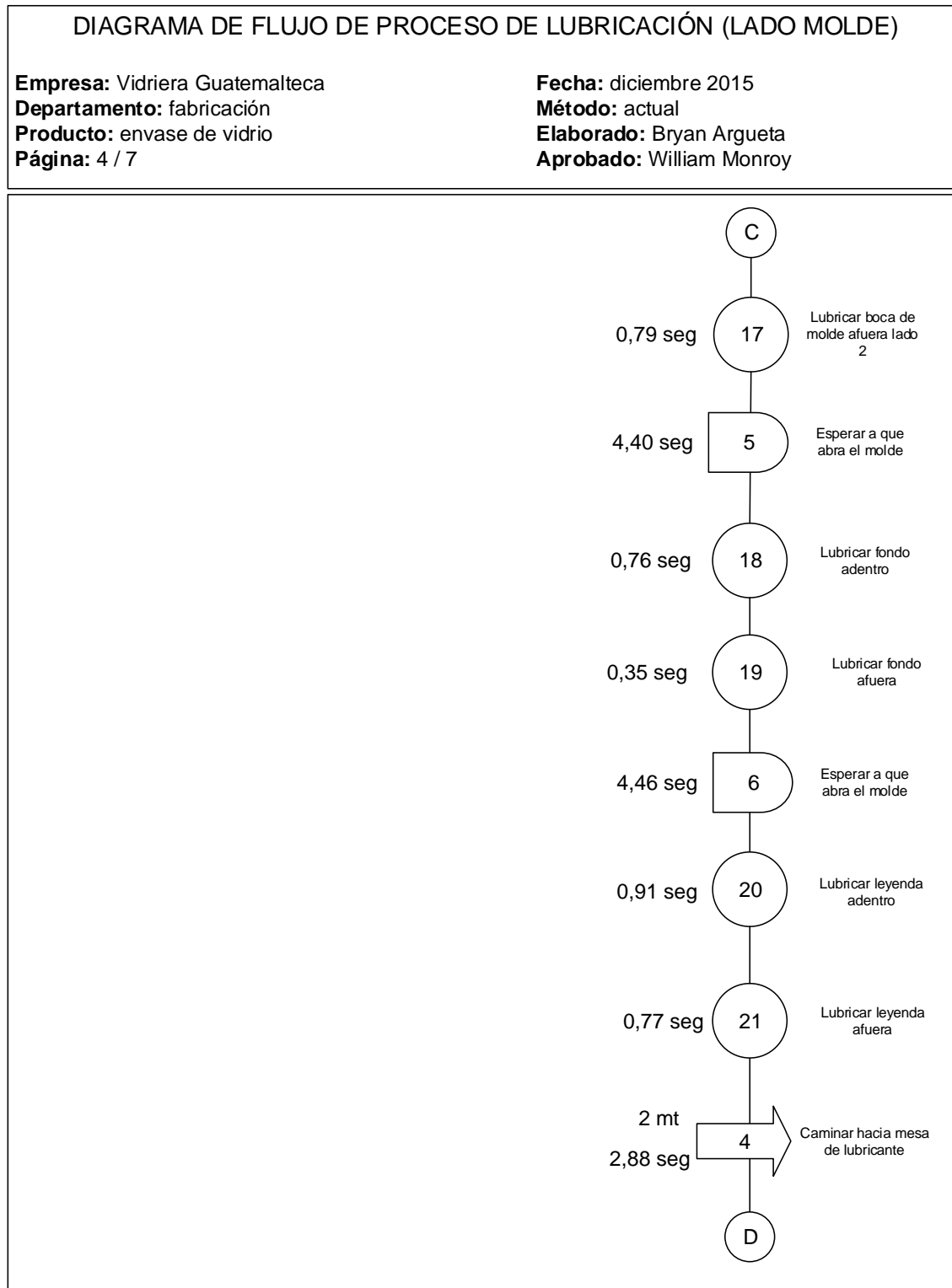
Continuación de la figura 8.



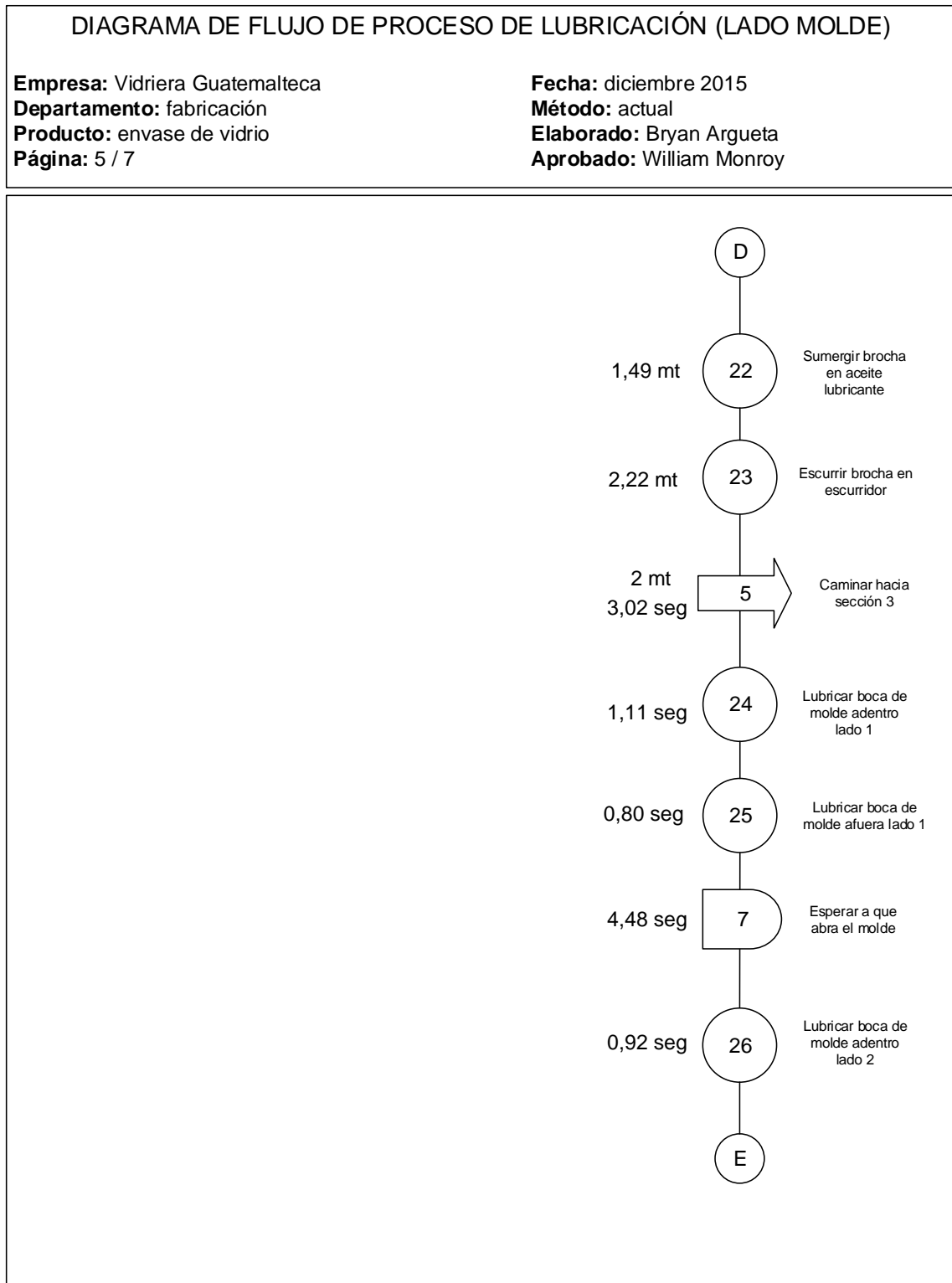
Continuación de la figura 8.



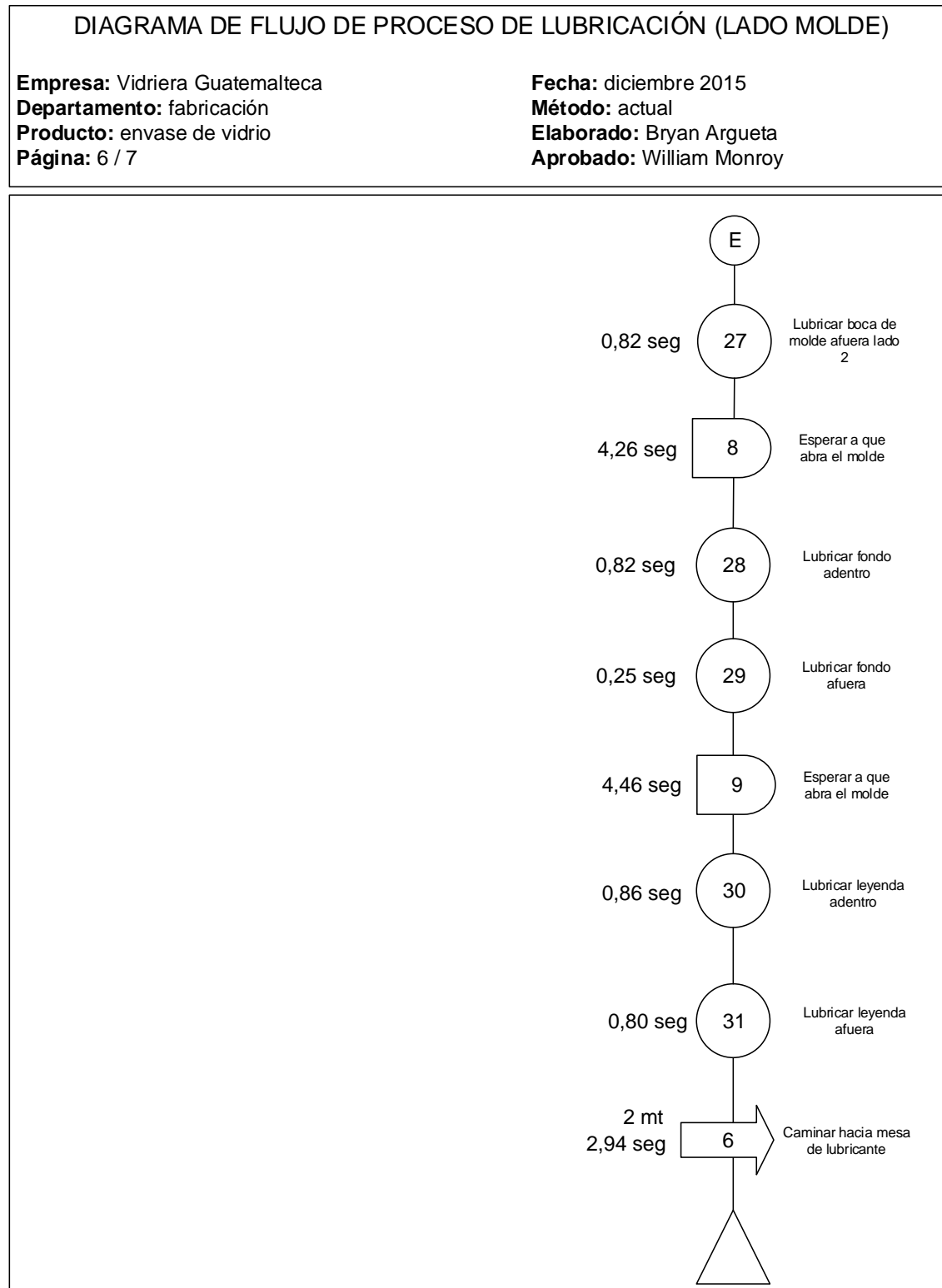
Continuación de la figura 8.



Continuación de la figura 8.





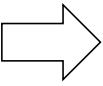


Continuación de la figura 8.



Continuación de la figura 8.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO MOLDE)				
<b>Empresa:</b> Vidriera Guatemalteca		<b>Fecha:</b> diciembre 2015		
<b>Departamento:</b> fabricación		<b>Método:</b> actual		
<b>Producto:</b> envase de vidrio		<b>Elaborado:</b> Bryan Argueta		
<b>Página:</b> 7 / 7		<b>Aprobado:</b> William Monroy		

RESUMEN				
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO	Tiempo (seg)	Distancia (metros)
Operación		31	31,34	0
Inspección		0	0	0
Transporte		6	18,13	12
Demora		9	39,98	0
Combinada		0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>46</b>	<b>89,45</b>	<b>12</b>

Fuente: elaboración propia.

En el caso del lado molde, la distancia y traslados para la operación de sumergido y escurrido es de ocho metros y 11,78 segundos, respectivamente.

Estos datos proyectados a ocho secciones, dan como resultado 16 metros y 23,56 segundos, únicamente en traslados.



## **2.2. Análisis del personal**

El personal de operaciones y fabricación toma un papel importante dentro de la organización, ya que son los principales y directos colaboradores en la elaboración del envase de vidrio, por eso es importante conocer las características y aptitudes del personal de los diferentes departamentos.

### **2.2.1. Capacidad laboral**

En VIGUA existen básicamente tres puestos de trabajo que interactúan constantemente con la fabricación de envases de vidrio, los cuales adquieren capacidades conforme al tiempo de trabajo dentro de la empresa, y al momento de ser contratados deben cumplir con ciertos requerimientos de habilidades para desempeñar las tareas que le sean asignadas.

Con el pasar de los años las personas adquieren experiencia, la cual aumenta su capacidad laboral. Como se mencionó anteriormente, existen tres puestos directos, los cuales son:

- Ayudante de operador: sus principales tareas son sacar y llevar el control de muestras en caliente de cada una de las cavidades, lubricar de manera correcta el lado molde, mantener limpia la máquina, apoyar al cambio de moldura.
- Operador: sus principales responsabilidades son la lubricación del lado bombillo, revisiones en caliente, corregir los defectivos en operación, verificar y controlar las variables de operación.
- Supervisor: sus tareas principales son llevar el control de la temperatura del vidrio, control de presiones, tiempos y cambios por sistemas.

## **2.3. Condiciones ambientales**

Esta sección se refiere a las condiciones físicas en las cuales se desempeña el trabajo de lubricación, en el área de fabricación de envases de vidrio.

### **2.3.1. Equipo de protección**

El equipo de protección utilizado para el proceso de lubricación es el siguiente:

- Lentes de seguridad
- Tapones de oídos
- Guantes
- Botas industriales
- Ropa de trabajo VIGUA

### **2.3.2. Temperatura promedio**

La temperatura es una de las condicionantes más importantes en el proceso de fabricación de envases de vidrio, ya que, si no se tiene la temperatura correcta, el vidrio no tendrá las condiciones óptimas y se fabricará con defectos.

Debido a la naturaleza de la fabricación de vidrio, la temperatura en el área de trabajo y la temperatura en los moldes es crítica para evitar los desperfectos en el envase final de vidrio.

Se realizó una toma de datos de la temperatura promedio en el lugar de trabajo. Fueron tomadas cinco muestras en cada máquina y lado de la moldura utilizando un medidor electrónico de temperatura proporcionado por el departamento de producción. Posteriormente, se determinó una temperatura promedio general:

Tabla V. **Temperatura promedio en la estación de trabajo**

Máquina	Lado de moldura	Temperatura promedio (°C)
M011	Bombillo	44
	Molde	70,8
M012	Bombillo	46,2
	Molde	56,1
M013	Bombillo	45,1
	Molde	61
M041	Bombillo	46,8
	Molde	63,7
M042	Bombillo	49
	Molde	60,1
M045	Bombillo	46
	Molde	65,7

Fuente: elaboración propia.

Temp. promedio lado bombillo =  $(44 + 46,2 + 45,1 + 46,8 + 49 + 46) / 6$

Temp. promedio lado molde =  $(70,8 + 56,1 + 61 + 63,7 + 60,1 + 65,7) / 6$

Temperatura promedio lado bombillo = 46,18 °C

Temperatura promedio lado molde = 62,9 °C

Se pueden observar datos muy variantes, esto se debe a que dentro de la planta de producción existe un sinfín de temperaturas, dependiendo del lugar y cercanía al vidrio. Evidentemente, el lado molde es mucho más caliente que el lado bombillo, ya que es donde sale la botella final y dependiendo de la botella final, así será la temperatura, ya que un envase más grande emite más calor que uno pequeño.

### **2.3.3. Ruido**

Dentro de las instalaciones del área de producción de la planta, se pueden ubicar diferentes ambientes en los cuales el ruido varía dependiendo de los mismos.

Para el estudio del ruido se utilizó un sonómetro proporcionado por el departamento de producción. De igual manera que en la medición de la temperatura, se realizaron cinco muestras de ruido por máquina y lado de la moldura. Luego, se determinó un valor de ruido promedio, según la siguiente toma de datos:

Tabla VI. **Niveles de ruido promedio en área de trabajo**

Máquina	Lado de moldura	Decibeles promedio
M011	Bombillo	90
	Molde	89
M012	Bombillo	94
	Molde	100
M013	Bombillo	93
	Molde	91
M041	Bombillo	93
	Molde	95
M042	Bombillo	93
	Molde	94
M045	Bombillo	92
	Molde	90

Fuente: elaboración propia.

Ruido promedio lado bombillo (RPB) =  $90+94+93+95+93+92 / 6$

Ruido promedio lado molde (RPM) =  $89+100+91+95+94+90 / 6$

RPB = 92,83 db

RPM = 93,16 db

De igual manera que en la temperatura, se observa que el ruido producido en el lado molde de la máquina es mayor, aunque en este caso la variación entre uno y otro no es considerable.

Una de las normativas de VIGUA, establece que cualquier persona que ingrese al área de la maquinaria debe portar obligatoriamente tapones para oídos.

#### **2.3.4. Condiciones de seguridad e higiene**

Debido a la naturaleza del trabajo que se realiza en la planta de producción, las máquinas deben estar bien lubricadas, por lo que se puede visualizar un ambiente de trabajo con grasa y suciedad.

Sin embargo, los operarios son exhortados a realizar limpieza cerca de su área de trabajo, debido a los restantes de botellas de vidrio quebradas y dejados en el suelo. Los operarios limpian con una escoba y están constantemente desechando botellas de vidrio que ya no servirán para evitar cualquier tipo de lesión que pueda ocasionar un pedazo de vidrio.

Fuera del área de máquinas se puede observar un ambiente limpio y ordenado, por lo que las condiciones de higiene, de no ser por la maquinaria, son bastante buenas.



### **3. PROPUESTA**

El objetivo principal de este capítulo es presentar una propuesta para la optimización del proceso de lubricación. Se detalla cada uno de los aspectos específicos, las pruebas de lubricante, calificaciones de operarios, tiempos cronometrados, tiempos normales, tiempos estándar y diagramas mejorados. Se formula un manual técnico operativo que resume el método de aplicación de la lubricación para cada proceso de producción. Finalmente, se detalla una propuesta de notificación para el tiempo de lubricación.

#### **3.1. Análisis de la operación**

Para facilitar el análisis de la operación en estudio, se utiliza el método de los enfoques primarios para el diagrama de flujo anteriormente expuesto (figura Nro. 7 y 8)

##### **3.1.1. Enfoques primarios**

Cada uno de estos enfoques tiene un propósito, pero no todos son aplicables al método en estudio.

- Finalidad de la operación: la finalidad de la operación es la correcta lubricación de tanto el molde como el bombillo. Realizando el procedimiento de manera correcta puede resultar en una disminución considerable en cierto tipo de defectivos en los envases, que son causados por problemas en la lubricación.



- Diseño de la pieza: en este caso la pieza en estudio es la brocha para lubricar. Existen esencialmente cinco medidas de brochas ( $1/4''$ ,  $1/2''$ ,  $1''$ ,  $1\ 1/2''$  y  $2''$ ). Por lo que va a depender de la moldura en máquina, la utilización de una o de otra.
- Tolerancias y especificaciones: como el procedimiento en estudio no es puramente la fabricación de un producto, sino, un procedimiento de lubricación, las especificaciones se pueden definir como los intervalos de tiempo entre cada procedimiento de lubricación.
- Material: dentro del material utilizado para el proceso de lubricación encontramos básicamente: Las brochas (según medida), el aceite lubricante (dependiendo moldura), la estación de trabajo, vertedores de aceite y recipientes del mismo.
- Procesos de manufactura: este enfoque se refiere a la modificación en la estructura del diagrama de flujo de proceso y como la alteración del orden o forma de una operación específica puede afectar al método. Este enfoque se detalla más en el diagrama de flujo de proceso propuesto. (Véase figuras Nro. 14 y 15)
- Preparación y herramental: para la preparación del turno, es importante resaltar que los operarios y ayudantes tienen orden de estar en la estación de trabajo por lo menos 15 minutos antes de que dé inicio su turno para preparar sus herramientas de trabajo. Por lo que este enfoque es poco modificable.

- Condiciones de trabajo: en la planta de producción, por la naturaleza del producto, se mantienen altas temperaturas frente a la máquina formadora, por lo que se tienen ventiladores que están a disposición de ayudantes y del operario para disminuir la temperatura corporal que fue incrementada al momento de estar en operación con la máquina.
- Manejo de materiales: debido a que existen personas que son relevos de comida en cada turno, estas personas están encargadas del abastecimiento de aceite lubricante y brochas cuando tanto los operarios como los ayudantes carecen de ellos. Por lo que realmente el manejo de materiales no afecta directamente al procedimiento de lubricación.
- Distribución del equipo en la planta: según lo observado, cada máquina dentro de la planta tiene la distribución de la mesa de lubricante de diferente manera, por lo que es importante buscar la mejor acomodación dependiendo de la máquina que se esté tomando en cuenta.
- Principios de la economía de movimientos: tomando como referencia el método actual observado, se puede resaltar que las dos manos no siempre se encuentran ocupadas, de hecho, en el diagrama bimanual actual se puede observar que la mano izquierda es realmente un soporte y no una herramienta, por lo que existe oportunidad de mejora en cuenta a la economía de movimientos, implementando un método que tome en cuenta ambas manos para realizar la operación.


### **3.2. Pruebas de lubricante**

Como parte del estudio se realizan pruebas de un lubricante nuevo.

### 3.2.1. Resultados

Se realizaron pruebas con nuevos lubricantes, para evaluar si es viable una sustitución de los utilizados actualmente. El reporte de resultados de esta prueba se detalla en la figura 9.

Figura 9. Resultados prueba de lubricantes

PRUEBA LUBRICANTES GLASS VDV			 <small>GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO</small>		
Moldura:	C1902	Molde:	SI	Bombillo:	SI
Inicio Prueba :	6-Ene	Maquina:	13	Vidrio:	CRISTALINO
Proceso:	SS	Velocidad:			
Fin Prueba :	9-Ene				
<b>Comentarios: FABRICACION Y CAMBIOS</b>					
El día 6 de enero se revisaron las muestras de lubricante recibidas en almacén general de Vidriera Guatemalteca, Se recibió el lubricante BML 324 para lado bombillo, RELEASE AGENT X y RELEASE AGENT V para lado molde.					
Se revisó el lubricante BML 324 con el operador de máquina 13 y se observó una consistencia similar al lubricante utilizado actualmente. Al observar el lubricante RELEASE AGENT V y RELEASE AGENT X para lado molde, se observó una mejor consistencia en AGENT X para realizar las pruebas.					
La prueba se inició en dos secciones de máquina aplicando el lubricante de igual forma al utilizado en VIGUA, la aplicación estaba en máquina cada 20 minutos lado bombillo y lado molde cada 20 minutos (boca y fondo). La pasar dos horas, el operador de máquina espaciar la frecuencia a cada 30 minutos tanto lado bombillo como lado molde, sin producir esto defectivo en la moldura.					
Se observó una mejor apariencia del envase en área caliente y área fría. La prueba duró en dos secciones durante 20 horas. Luego se decidió aplicar a máquina completa por el supervisor de turno y el operador de la máquina. Lo cual nos llevó a espaciar la lubricación en toda la máquina a cada 30 minutos lado molde y lado bombillo. Notando en área caliente y área fría una mejora en la apariencia en el envase de la moldura C1902 Coca Cola 12 onz.					
<b>Se solicitara la compra de los lubricantes BML 324 y RELEASE AGENT X, para poder continuar con pruebas en otro tipo de molduras.</b>					
El lubricante RELEASE AGENT V no se probó en máquina.					
<p>El resultado de la validación es:      Positivo <input checked="" type="checkbox"/>      Negativo <input type="checkbox"/></p> <p><b>Nombre</b></p> <p>JEFE FAB/CAM      WILLIAM MONROY</p> <p>JEFE CONTROL PROCESO      NELSON MILIAN FIGUEROA</p> <p>GERENTE PRODUCCION      IVAN CONTRERAS</p>					

Fuente: Departamento de Fabricación, VIGUA. Consulta: en marzo de 2016.

### **3.3. Estudio de tiempos**

La teoría del estudio de tiempos establece que se debe dividir el trabajo en estudio en elementos, y que estos elementos tienen ser lo más pequeños posible como para ser específicos, pero no tanto como para perder la consistencia de los datos.

Debido a que en el proceso de lubricación los tiempos por parte de moldura son regularmente menores a 0,04 minutos en cada una de sus partes, los elementos se conformarán de la siguiente manera:

Para el lado bombillo:

- Preparación de brochas: incluye la toma de la brocha, sumergimiento y escurrimiento de la misma hasta estar lista para utilizar. En este elemento se prepararán todas las brochas necesarias para el ciclo.
- Lubricación de secciones 1 y 2: incluye bombillos, coronas y obturadores de las secciones 1 y 2. La operación inicia cuando el operario toma la brocha en la estación hasta que la cuelga luego de terminar.
- Lubricación de secciones 3 y 4: incluye bombillos, coronas y obturadores de las secciones 3 y 4. La operación inicia cuando el operario toma la brocha en la estación hasta que la cuelga luego de terminar.
- Lubricación de secciones 5 y 6: incluye bombillos, coronas y obturadores de las secciones 5 y 6. La operación inicia cuando el operario toma la brocha en la estación hasta que la cuelga luego de terminar.
- Lubricación de secciones 7 y 8: incluye bombillos, coronas y obturadores de las secciones 7 y 8. La operación inicia cuando el operario toma la brocha en la estación hasta que la cuelga luego de terminar.

Para el lado molde:

- Preparación de brochas: al igual que en el lado bombillo se va a tomar este elemento desde tomar la brocha, sumergirla y escurrirla para tenerla lista. En este elemento se prepararán todas las brochas necesarias para el ciclo.
- Lubricación de secciones 1 y 2: incluye bocas de molde, fondos y leyendas de las secciones 1 y 2. La operación inicia cuando el operario toma la brocha en la estación hasta que la cuelga luego de terminar.
- Lubricación de secciones 3 y 4: incluye bocas de molde, fondos y leyendas de las secciones 3 y 4. La operación inicia cuando el operario toma la brocha en la estación hasta que la cuelga luego de terminar.
- Lubricación de secciones 5 y 6: incluye bocas de molde, fondos y leyendas de las secciones 5 y 6. La operación inicia cuando el operario toma la brocha en la estación hasta que la cuelga luego de terminar.
- Lubricación de secciones 7 y 8: incluye bocas de moldes, fondos y leyendas de las secciones 7 y 8. La operación inicia cuando el operario toma la brocha en la estación hasta que la cuelga luego de terminar.

### **3.3.1. Calificación del operario**

La calificación del operario o también llamada calificación de la actuación, es un valor subjetivo ya que depende de la evaluación que la persona que está haciendo el estudio de tiempos le dé al operario que realiza la acción o proceso.

El operario y ayudante en estudio se sitúan en la máquina 42 y turno D de la Vidriera Guatemalteca y la calificación de cada uno por elemento se resaltará en la hoja de toma de tiempos.

Para determinar la valoración del operario se toma como base la tabla VII, que toma en cuenta: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tabla VII. **Base de calificación de la actuación**

Habilidad			Esfuerzo		
A	Habilísimo	+0,15	A	Habilísimo	+0,15
B	Excelente	+0,10	B	Excelente	+0,10
C	Bueno	+0,05	C	Bueno	+0,05
D	Medio	+0,00	D	Medio	+0,00
E	Regular	-0,05	E	Regular	-0,05
F	Malo	-0,10	F	Malo	-0,10
G	Torpe	-0,15	G	Torpe	-0,15
Condiciones			Consistencia		
A	Buena	+0,05	A	Buena	+0,05
B	Media	0,00	B	Media	0,00
C	Mala	-0,05	C	Mala	-0,05

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 210.

Los factores de eficiencia fueron calculados por lado de la moldura, ya que son dos personas diferentes quienes realizan la lubricación. En la siguiente tabla se detalla la calificación de la actuación:

Tabla VIII. **Calificación de la actuación**

Lado moldura	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
Bombillo	A	C	C	B
Molde	B	D	C	B

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, el cálculo del factor de eficiencia es el siguiente:

Factor eficiencia = habilidad + esfuerzo + condiciones + consistencia

$$\text{Lado bombillo} = A + C + C + B$$

$$\text{Lado bombillo} = + 0,15 + 0,05 - 0,05 + 0,00$$

$$\text{Lado bombillo} = + 0,15$$

$$\text{Lado molde} = B + D + C + B$$

$$\text{Lado molde} = + 0,10 + 0,00 - 0,05 + 0,00$$

$$\text{Lado molde} = 0,05$$

### **3.3.2. Selección de la técnica según el proceso de fabricación**

Como se determinó anteriormente, las dos técnicas para la toma de tiempos son: continua y vuelta a cero. La selección de la técnica por utilizar depende de la persona que va a realizar el estudio, así que para ambos procesos de fabricación se utilizará la técnica de cronometraje acumulativo o continuo.

### **3.3.3. Determinación del número de ciclos según el proceso de fabricación**

El número de ciclos para estudio se determinará por medio del método de General Electric, el cual consiste buscar el valor de número de ciclos en la tabla IX.

Tabla IX. **Determinación de numero de ciclos por estudiar**

Tiempo de ciclo en minutos	Número de ciclos recomendado
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 – en adelante	3

Fuente: NIEBEL, Benjamin W. *Ingeniería industrial estudio de tiempos y movimientos*. p. 304

Gracias a un estudio de tiempos preliminar, se determinó que el tiempo promedio de ciclo en minutos equivale al rango de entre 5 y 10 minutos, por lo que se realizarán diez tomas de tiempo por ciclo, tanto en el lado bombillo como en el lado molde. También se tomó en consideración el tipo de proceso de producción, pero con base en esta tabla, el rango es el mismo, por lo que se realizarán el mismo número de mediciones, tanto para el proceso prensa-soplo como para el proceso soplo-soplo.



### 3.3.4. Cálculo de tiempos

Se procede con el cálculo de tiempos para el método propuesto.

#### 3.3.4.1. Tiempo cronometrado

Para determinar el tiempo cronometrado, es necesaria la utilización de un formato para la toma de tiempos. Los elementos para cada operación (bombillo y molde) son similares, pero varían en tiempo.

En la siguiente figura se muestra el formato de toma de tiempos y al final se realiza un cálculo para determinar el tiempo cronometrado.

Figura 10. **Formato para la toma de tiempos**

TIEMPOS CRONOMETRADOS (LADO BOMBILLO MAQ 42, TURNO D)

# Observación	Preparación de brochas		Lubricación Secciones 1 y 2		Lubricación Secciones 3 y 4		Lubricación Secciones 5 y 6		Lubricación Secciones 7 y 8	
	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Σ										
n										
Media										

Fuente: elaboración propia

En la figura 11, se muestra la tabulación de los tiempos tomados durante el cronometraje del lado bombillo.

**Figura 11. Tiempos cronometrados lado bombillo**

	Preparación de brochas		Lubricación secciones 1 y 2		Lubricación secciones 3 y 4		Lubricación secciones 5 y 6		Lubricación secciones 7 y 8	
# Observación	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L
1	31,33	31,33	53,93	22,60	79,37	25,44	105,22	25,85	127,51	22,29
2	31,71	31,71	50,80	19,09	75,44	24,64	97,32	21,88	120,05	22,73
3	33,26	33,26	54,89	21,63	81,04	26,15	108,29	27,25	136,59	28,30
4	32,39	32,39	54,98	22,59	80,35	25,37	107,00	26,65	131,08	24,08
5	34,06	34,06	54,65	20,60	76,94	22,29	100,03	23,09	122,07	22,03
6	31,79	31,79	49,98	18,20	76,84	26,86	99,49	22,65	122,87	23,38
7	32,37	32,37	55,26	22,89	78,23	22,97	105,48	27,25	128,46	22,98
8	28,91	28,91	47,29	18,38	71,73	24,44	95,71	23,98	118,43	22,73
9	33,25	33,25	57,46	24,21	77,52	20,06	102,16	24,64	130,15	27,98
10	29,90	29,90	48,82	18,91	74,62	25,81	96,27	21,65	124,64	28,36
$\Sigma$	318,97	318,97	528,07	209,10	772,10	244,02	1016,98	244,89	1261,84	244,86
n	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Media	31,90	31,90	52,81	20,91	77,21	24,40	101,70	24,49	126,18	24,49

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo del tiempo cronometrado de lado bombillo, se utiliza la fila “media” y columna T de las últimas secciones, es decir 126,18 segundos.

En la figura 12, se muestra la tabulación de los tiempos cronometrados en el lado molde durante el estudio:

Figura 12. **Tiempos cronometrados lado molde**

# Observación	Preparación de brochas		Lubricación Secciones 1 y 2		Lubricación Secciones 3 y 4		Lubricación Secciones 5 y 6		Lubricación Secciones 7 y 8	
	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L
1	16,95	16,95	58,49	41,55	103,88	45,39	146,66	42,78	197,31	50,64
2	19,68	19,68	69,29	49,60	118,47	49,18	165,68	47,22	214,88	49,19
3	18,62	18,62	63,66	45,04	107,80	44,14	156,54	48,75	205,19	48,65
4	15,90	15,90	63,36	47,45	106,76	43,40	152,51	45,76	202,85	50,34
5	18,02	18,02	62,25	44,24	109,50	47,24	157,27	47,77	208,98	51,70
6	15,81	15,81	58,96	43,15	109,73	50,78	152,68	42,94	197,03	44,35
7	17,06	17,06	59,91	42,84	109,08	49,17	154,56	45,49	198,87	44,31
8	16,56	16,56	62,07	45,51	109,83	47,76	159,50	49,68	204,08	44,57
9	18,68	18,68	68,19	49,51	118,77	50,58	167,47	48,71	213,06	45,59
10	15,02	15,02	62,10	47,07	112,94	50,85	160,53	47,58	210,97	50,44
<b>Σ</b>	172,30	172,30	628,27	455,96	1106,75	478,48	1573,42	466,67	2053,21	479,79
<b>n</b>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>Media</b>	17,23	17,23	62,83	45,60	110,67	47,85	157,34	46,67	205,32	47,98

Fuente: elaboración propia.

De igual manera, se utiliza la fila “media” y columna T de las últimas secciones, dando como resultado 205,32 segundos como tiempo cronometrado.

El resumen del tiempo cronometrado de ambos lados de la moldura se detalla en la tabla X.

Tabla X. **Tiempos cronometrados**

Lado de moldura	Tiempo cronometrado (segundos)
Lado bombillo	126,18
Lado molde	205,32

Fuente: cronometraje de tiempos, M42, Vigua.

### 3.3.4.2. Tiempo normal

El cálculo del tiempo normal está ligado a la calificación del operario o factor de eficiencia. Este factor se calculó como resultado de la evaluación que se detalla en la tabla VIII. El tiempo cronometrado para cada lado de la moldura se detalla en la tabla X.

Estos datos se utilizan como base para el cálculo del tiempo normal, el cual se detalla a continuación:

$$T_n \text{ bombillo} = T_c * (1 + Fe)$$

$$T_n \text{ bombillo} = 126,18 * (1 + 0,15)$$

$$T_n \text{ bombillo} = 126,18 * (1,15)$$

$$T_n \text{ bombillo} = 145,11 \text{ segundos}$$

$$T_n \text{ molde} = T_c * (1 + Fe)$$

$$T_n \text{ molde} = 205,32 * (1 + 0,05)$$

$$T_n \text{ molde} = 205,32 * (1,05)$$

$$T_n \text{ molde} = 215,59 \text{ segundos}$$

Tabla XI. **Tiempos normales calculados**

<b>Lado de moldura</b>	<b>Tiempo normal (segundos)</b>
Bombillo	145,11
Molde	215,59

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4.3. Tiempo estándar

Para calcular el tiempo estándar es necesaria una valoración de suplementos, ya que la fórmula es la siguiente:

$$Te = Tn * (1 + \text{suplementos})$$

Los suplementos fueron calculados tomando en cuenta los valores de la figura descrita a continuación:

Figura 13. Valoración de los suplementos

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	Hombres	Mujeres			
A. Suplemento por necesidades personales	5	7			
B. Suplemento base por fatiga	4	4			
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4		45
B. Suplemento por postura anormal			2		100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16	0		Trabajo muy monótono	4	4
8	10		J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio de trabajo*.

*Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 228

Por lo tanto, el cálculo de suplementos fue el siguiente:

Tabla XII. **Cálculo de suplementos**

<b>Suplemento</b>	<b>Operador</b>	<b>Ayudante</b>
Necesidades personales	5	5
Necesidades por fatiga	4	4
Por trabajar de pie	2	2
Por postura anormal	0	0
Uso de fuerza	0	0
Iluminación	0	0
Trabajo preciso o fatigoso	2	2
Tensión mental	0	0
Monotonía	1	1
Tedio	5	5
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>19</b>

Fuente: elaboración propia.

La fórmula del tiempo estándar requiere utilizar el tiempo normal, anteriormente calculado en la tabla XI. Posteriormente, se utiliza el suplemento obtenido en la tabla XII.

Tiempo estándar lubricación bombillo =  $T_n * (1 + \text{suplementos})$

Tiempo estándar lubricación bombillo =  $145,11 * (1 + 0,19)$

Te bombillo = 172,69 segundos

Tiempo estándar lubricación molde =  $T_N * (1 + \text{suplementos})$

Tiempo estándar lubricación molde =  $215,59 * (1 + 0,19)$

Te Molde = 256,55 segundos

### **3.4. Presentación de los nuevos métodos de trabajo**

En este apartado se mostrarán los resultados obtenidos del estudio de tiempos y movimientos, así como también las soluciones propuestas para cada uno de los aspectos del método.

#### **3.4.1. Del estudio de movimientos**

Se detallan los nuevos diagramas para el método propuesto.

##### **3.4.1.1. Diagrama bimanual mejorado**

Se propone una mejora del diagrama bimanual utilizando ambas manos, ya que en el diagrama actual se utiliza únicamente la mano más hábil con una sola brocha. Regularmente se recomienda emplear una medida de brocha para bombillos/obturadores y otra medida para las coronas. La brocha de obturadores/bombillos se tomará en la mano más hábil, mientras que, en la menos hábil, se tomará la brocha de coronas.

Para el diagrama propuesto se toma en consideración un operario con la mano derecha como más hábil; solo se tomará como referencia los elementos de preparación de las brochas y la lubricación de las dos primeras secciones de la máquina IS, debido a que el proceso es repetitivo.

Figura 14. Diagrama bimanual propuesto lado bombillo





DIAGRAMA BIMANUAL (PROCESO DE LUBRICACIÓN, LADO BOMBILLO)									
Empresa: Vidriera Guatemalteca					Fecha: mayo 2016				
Departamento: fabricación					Método: propuesto				
Producto: envase de vidrio					Elaborado: Bryan Argueta				
Pagina: 1 / 2					Aprobado: William Monroy				
Mano izquierda	Símbolo				Símbolo				Mano derecha
	●	➡	▼	◐	●	➡	▼	◐	
Esperar				x	x				Tomar brocha bom/obt
Esperar				x	x				Sumergir brocha
Esperar				x	x				Sacar brocha
Ecurrir brocha	x				x				Ecurrir brocha
Esperar				x		x			Colgar brocha bom/obt
Esperar				x	x				Tomar brocha corona
Esperar				x	x				Sumergir brocha
Esperar				x	x				Sacar brocha
Ecurrir brocha	x				x				Ecurrir brocha
Esperar				x	x				Tomar brocha bom/obt
Levantar brazo		x					x		Sostener brocha
Presionar botón	x						x		Sostener brocha
Bajar brazo		x					x		Sostener brocha
Llevar brocha a coronas sección 1		x					x		Sostener brocha bom/obt
Lubricar corona adentro	x						x		Sostener brocha bom/obt
Lubricar corona afuera	x						x		Sostener brocha bom/obt
Sostener brocha corona			x			x			Llevar brocha a bombillos sección 1
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar bombillo adentro lado 1
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar bombillo adentro lado 2
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar bombillo afuera lado 1
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar bombillo afuera lado 2
Sostener brocha corona			x			x			Llevar brocha a obturadores sección 1



Continuación de la figura 14.

DIAGRAMA BIMANUAL (PROCESO DE LUBRICACIÓN, LADO BOMBILLO)									
Empresa: Vidriera Guatemalteca					Fecha: mayo 2016				
Departamento: fabricación					Método: propuesto				
Producto: envase de vidrio					Elaborado: Bryan Argueta				
Pagina: 2 / 2					Aprobado: William Monroy				
Mano izquierda	Símbolo				Símbolo				Mano derecha
	●	➡	▼	◐	●	➡	▼	◐	
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar obturador adentro
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar obturador afuera
Levantar brazo		x					x		Sostener brocha bom/obt
Presionar botón	x						x		Sostener brocha bom/obt
Bajar brazo		x					x		Sostener brocha bom/obt
Llevar brocha a coronas sección 2		x					x		Sostener brocha bom/obt
Lubricar corona adentro	x						x		Sostener brocha bom/obt
Lubricar corona afuera	x						x		Sostener brocha bom/obt
Sostener brocha corona			x			x			Llevar brocha a bombillos sección 2
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar bombillo adentro lado 1
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar bombillo adentro lado 2
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar bombillo afuera lado 1
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar bombillo afuera lado 2
Sostener brocha corona			x			x			Llevar brocha a obturadores sección 2
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar obturador adentro
Sostener brocha corona			x		x				Lubricar obturador afuera
Llevar brocha corona a estación de trabajo		x				x			Llevar brocha bom/obt a estación de trabajo

Continuación de la figura 14.

RESUMEN		
ACTIVIDAD	MANO DERECHA	MANO IZQUIERDA
OPERACIÓN 	21	8
TRANSPORTE 	6	7
SOSTENER 	12	16
DEMORA 	0	8
<b>TOTAL</b>	39	39

Fuente: elaboración propia.

En el diagrama anterior se propone utilizar la mano izquierda en mayor medida, ya que se introduce la utilización de una segunda brocha exclusivamente para las coronas del lado bombillo.

La utilización de la mano izquierda, reduce el tiempo de ocio de la misma y brinda una mejor lubricación a las coronas debido a que se emplea una brocha con una medida más adecuada.





Figura 15. Diagrama bimanual propuesto lado molde

DIAGRAMA BIMANUAL (PROCESO DE LUBRICACIÓN, LADO MOLDE)									
Empresa: Vidriera Guatemalteca					Fecha: mayo 2016				
Departamento: fabricación					Método: propuesto				
Producto: envase de vidrio					Elaborado: Bryan Argueta				
Pagina: 1 / 2					Aprobado: William Monroy				
Mano izquierda	Símbolo				Símbolo				Mano derecha
	●	➡	▼	D	●	➡	▼	D	
Esperar				x	x				Tomar brocha
Esperar				x			x		Sostener brocha
Esperar				x	x				Sumergir brocha
Esperar				x	x				Sacar brocha
Ecurrir brocha	x				x				Ecurrir brocha
Esperar				x		x			Llevar brocha a boca de moldes sección 1
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde adentro lado 1
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde afuera lado 1
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde adentro lado 2
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde afuera lado 2
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x		x			Llevar brocha a fondos
Esperar				x	x				Lubricar fondo fuera
Esperar				x	x				Lubricar fondo dentro
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x		x			Llevar brocha a leyendas
Esperar				x	x				Lubricar leyenda dentro
Esperar				x	x				Lubricar leyenda fuera

Continuación de la figura 15.

DIAGRAMA BIMANUAL (PROCESO DE LUBRICACIÓN, LADO MOLDE)									
Empresa: Vidriera Guatemalteca					Fecha: mayo 2016				
Departamento: fabricación					Método: propuesto				
Producto: envase de vidrio					Elaborado: Bryan Argueta				
Pagina: 2 / 2					Aprobado: William Monroy				
Mano izquierda	Símbolo				Símbolo				Mano derecha
	●	➡	▼	D	●	➡	▼	D	
Esperar				x		x			Llevar brocha a estación de trabajo
Esperar				x		x			Llevar brocha a boca de moldes sección 2
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde adentro lado 1
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde afuera lado 1
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde adentro lado 2
Esperar				x	x				Lubricar boca de molde afuera lado 2
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x		x			Llevar brocha a fondos
Esperar				x	x				Lubricar fondo fuera
Esperar				x	x				Lubricar fondo dentro
Esperar a que molde abra de nuevo				x			x		Sostener brocha hasta que molde abra de nuevo
Esperar				x		x			Llevar brocha a leyendas
Esperar				x	x				Lubricar leyenda dentro
Esperar				x	x				Lubricar leyenda fuera

Continuación de la figura 15.

RESUMEN		
ACTIVIDAD	MANO DERECHA	MANO IZQUIERDA
OPERACIÓN 	20	1
TRANSPORTE 	7	0
SOSTENER 	7	0
DEMORA 	0	33
<b>TOTAL</b>	34	34

Fuente: elaboración propia.

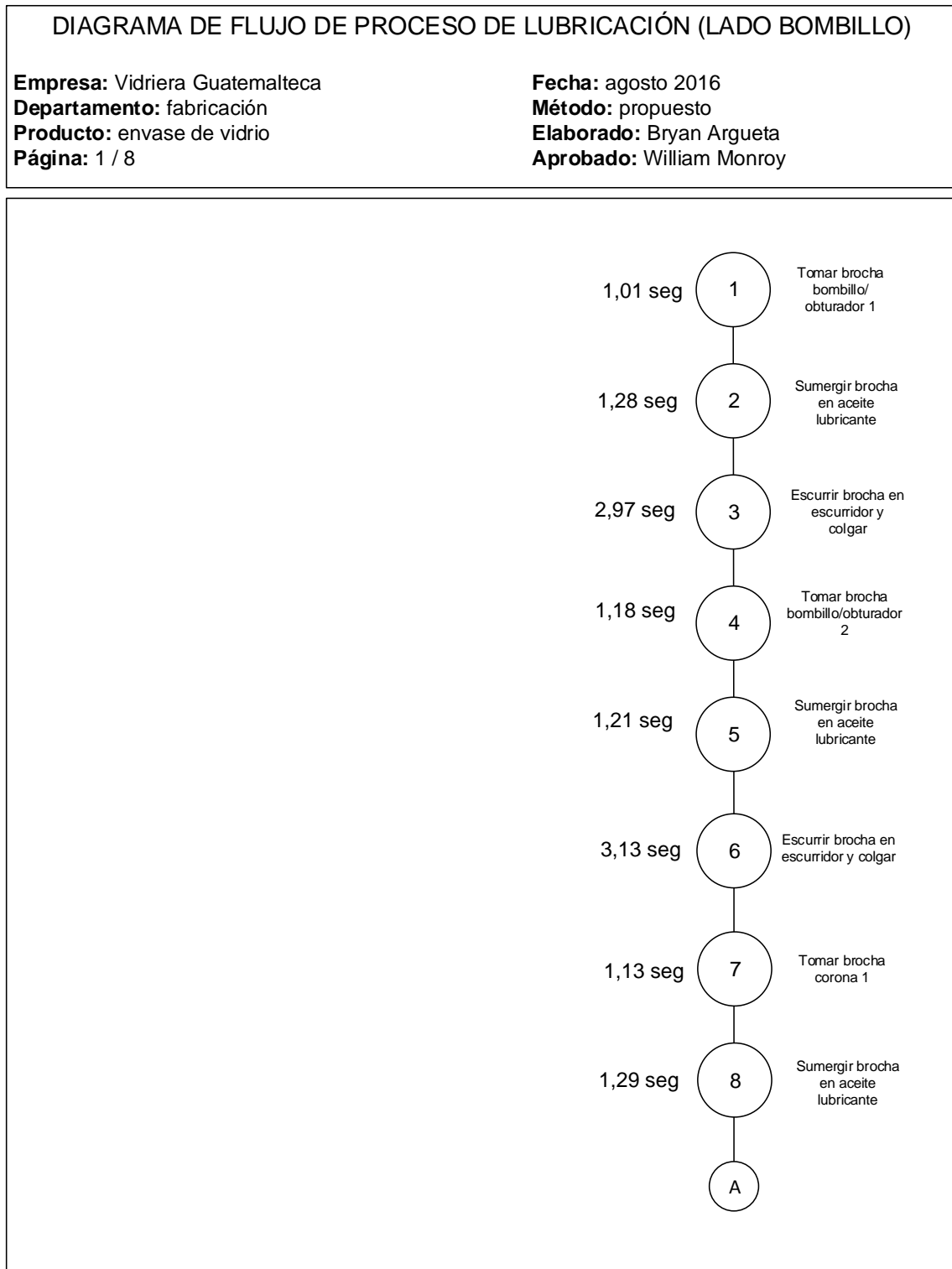
Para el diagrama del lado molde no es posible introducir una segunda brocha para utilizar en la lubricación debido a que en este lado de la moldura no es posible detener el surtido de vidrio, por lo que necesariamente se debe esperar a que el molde cierre, realice su operación y vuelva a abrir. Sin embargo, se suprime la operación de sumergir y escurrir la brocha entre secciones para aprovechar de mejor manera el lubricante y minimizar el tiempo.

### 3.4.1.2. Diagrama de flujo mejorado

Para tener una visión más simple del proceso, se diseñó el diagrama de flujo de proceso mejorado o propuesto. Este contiene el desarrollo del método propuesto para cuatro secciones de la máquina IS, por razones prácticas, ya que el proceso es repetitivo para las ocho secciones.

El diagrama propuesto contiene los primeros tres elementos del estudio de tiempos, los cuales son la preparación de las brochas (dos de obturador y dos de coronas para el lado bombillo y dos brochas para el lado molde), lubricación de secciones 1-2 y lubricación de secciones 3-4.

Figura 16. Diagrama de flujo lado bombillo propuesto

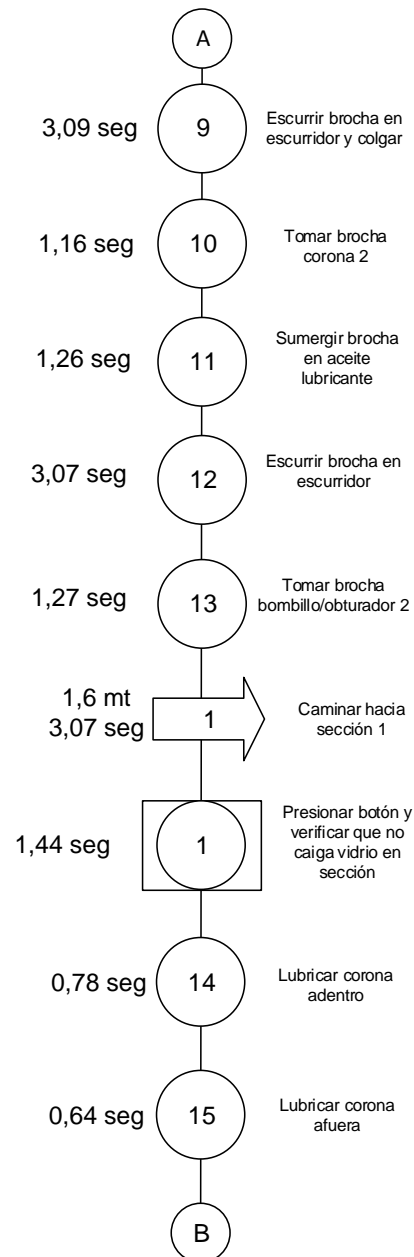


Continuación de la figura 16.

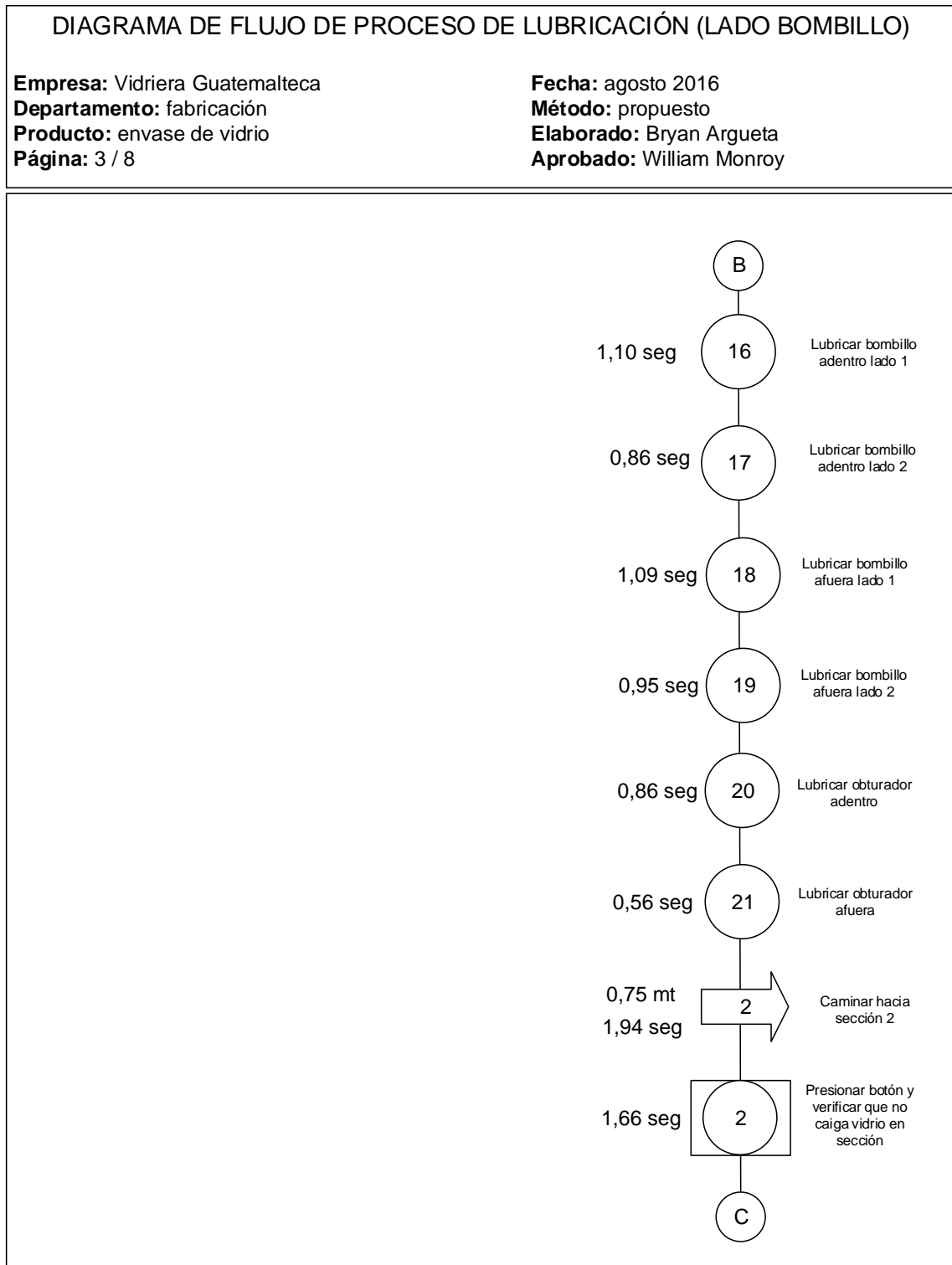
# DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** fabricación  
**Producto:** envase de vidrio  
**Página:** 2 / 8

**Fecha:** agosto 2016  
**Método:** propuesto  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy



Continuación de la figura 16.



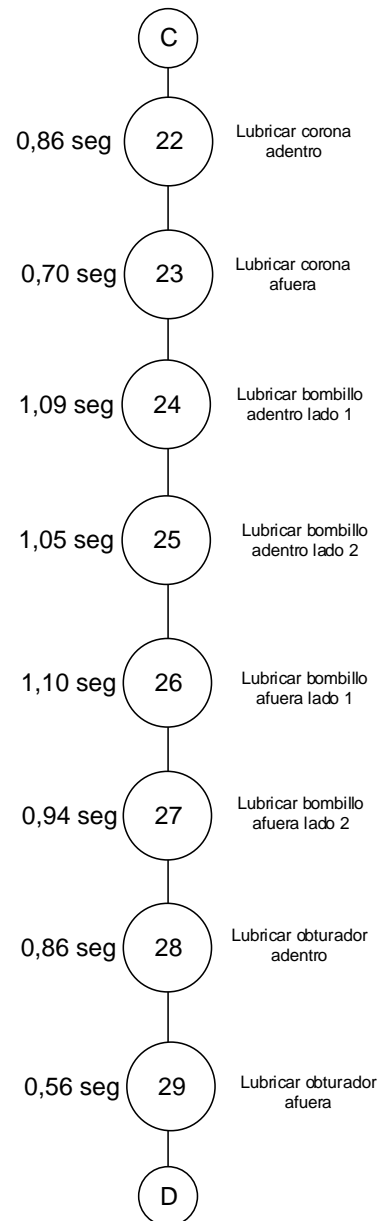


Continuación de la figura 16.

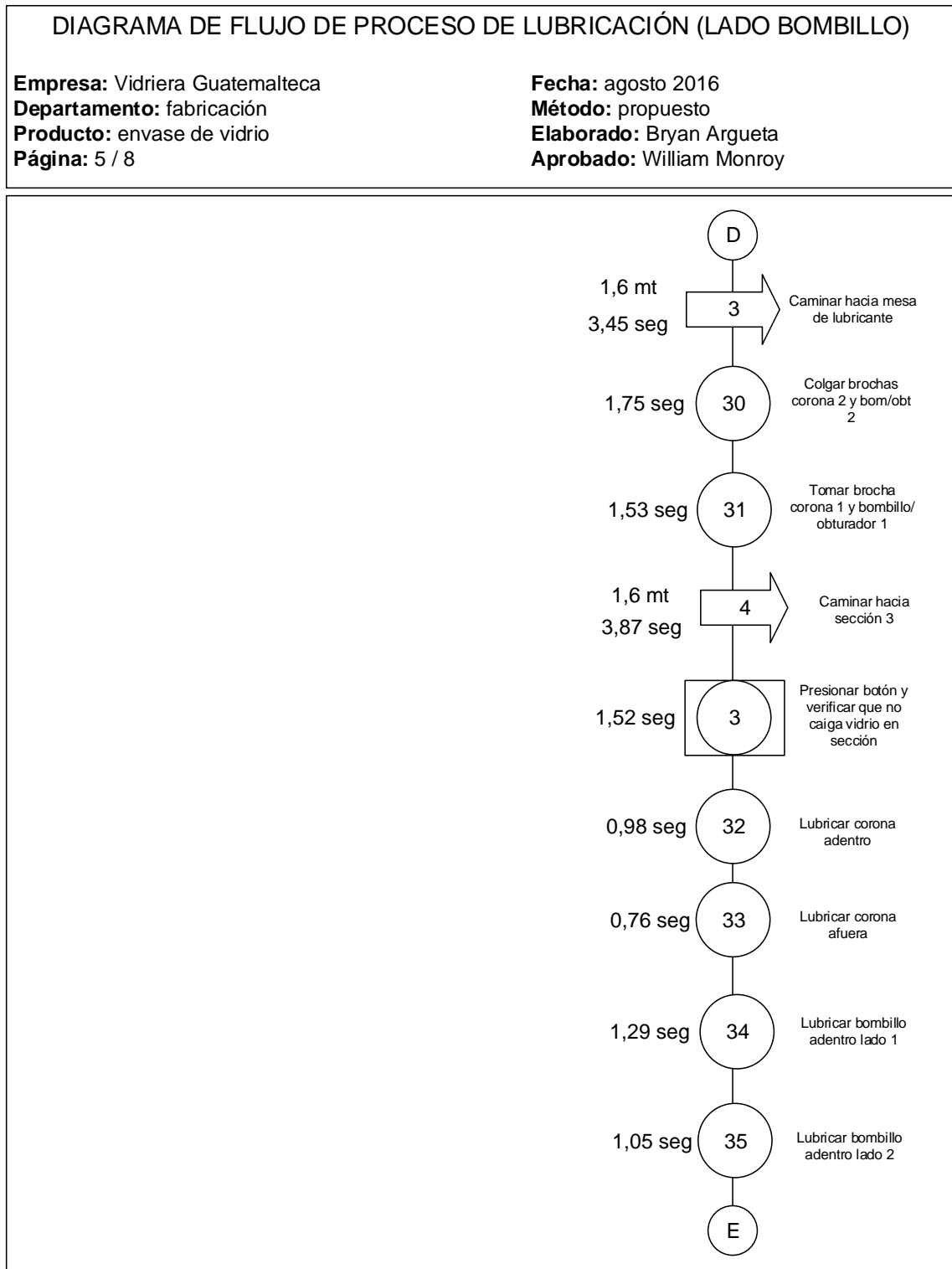
### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** fabricación  
**Producto:** envase de vidrio  
**Página:** 4 / 8

**Fecha:** agosto 2016  
**Método:** propuesto  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy



Continuación de la figura 16.

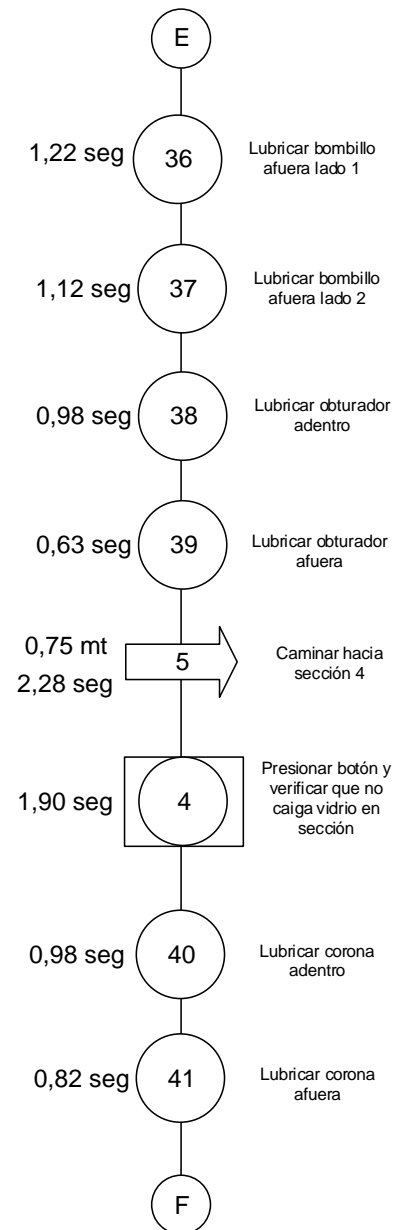


Continuación de la figura 16.

### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** Fabricación  
**Producto:** Envase de Vidrio  
**Página:** 6 / 8

**Fecha:** Agosto 2016  
**Método:** Propuesto  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy

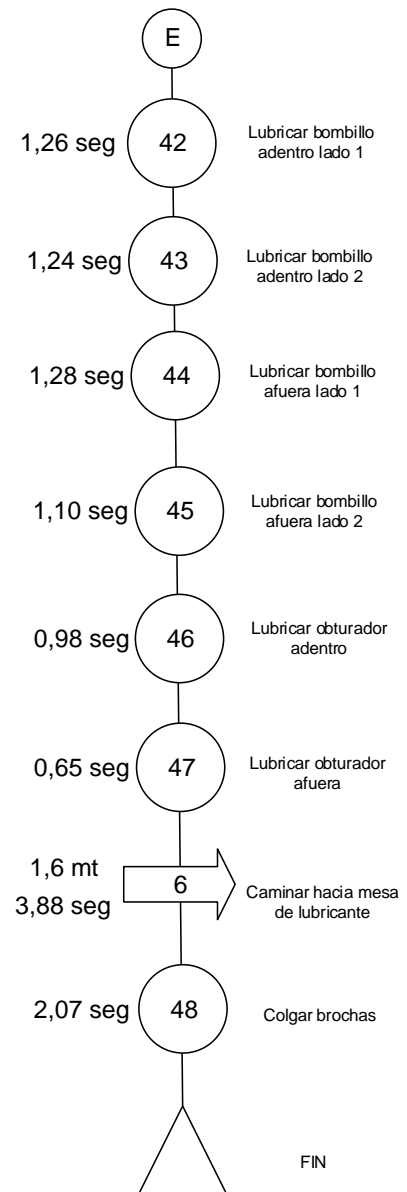


Continuación de la figura 16.

### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** Fabricación  
**Producto:** Envase de Vidrio  
**Página:** 7 / 8



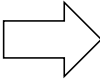


**Fecha:** Agosto 2016  
**Método:** Propuesto  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy



Continuación de la figura 16.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)				
<b>Empresa:</b> Vidriera Guatemalteca		<b>Fecha:</b> agosto 2016		
<b>Departamento:</b> fabricación		<b>Método:</b> propuesto		
<b>Producto:</b> envase de vidrio		<b>Elaborado:</b> Bryan Argueta		
<b>Página:</b> 8 / 8		<b>Aprobado:</b> William Monroy		

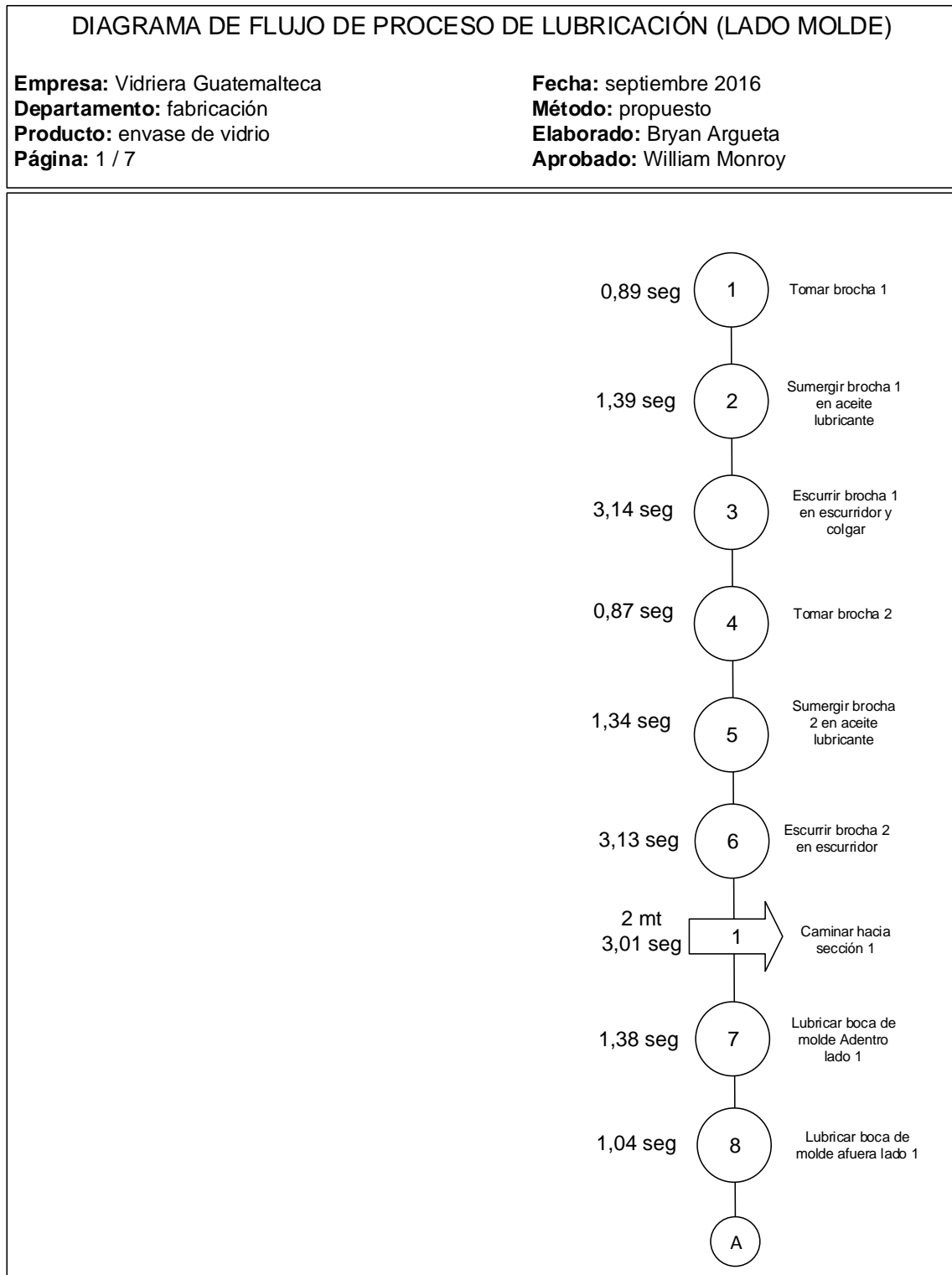
RESUMEN				
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO	Tiempo (seg)	Distancia (metros)
Operación		48	58,9	0
Inspección		0	0	0
Transporte		6	15,06	7,9
Demora		0	0	0
Combinada		4	5,83	0
<b>TOTAL</b>		<b>58</b>	<b>79,79</b>	<b>7,9</b>

Fuente: elaboración propia.

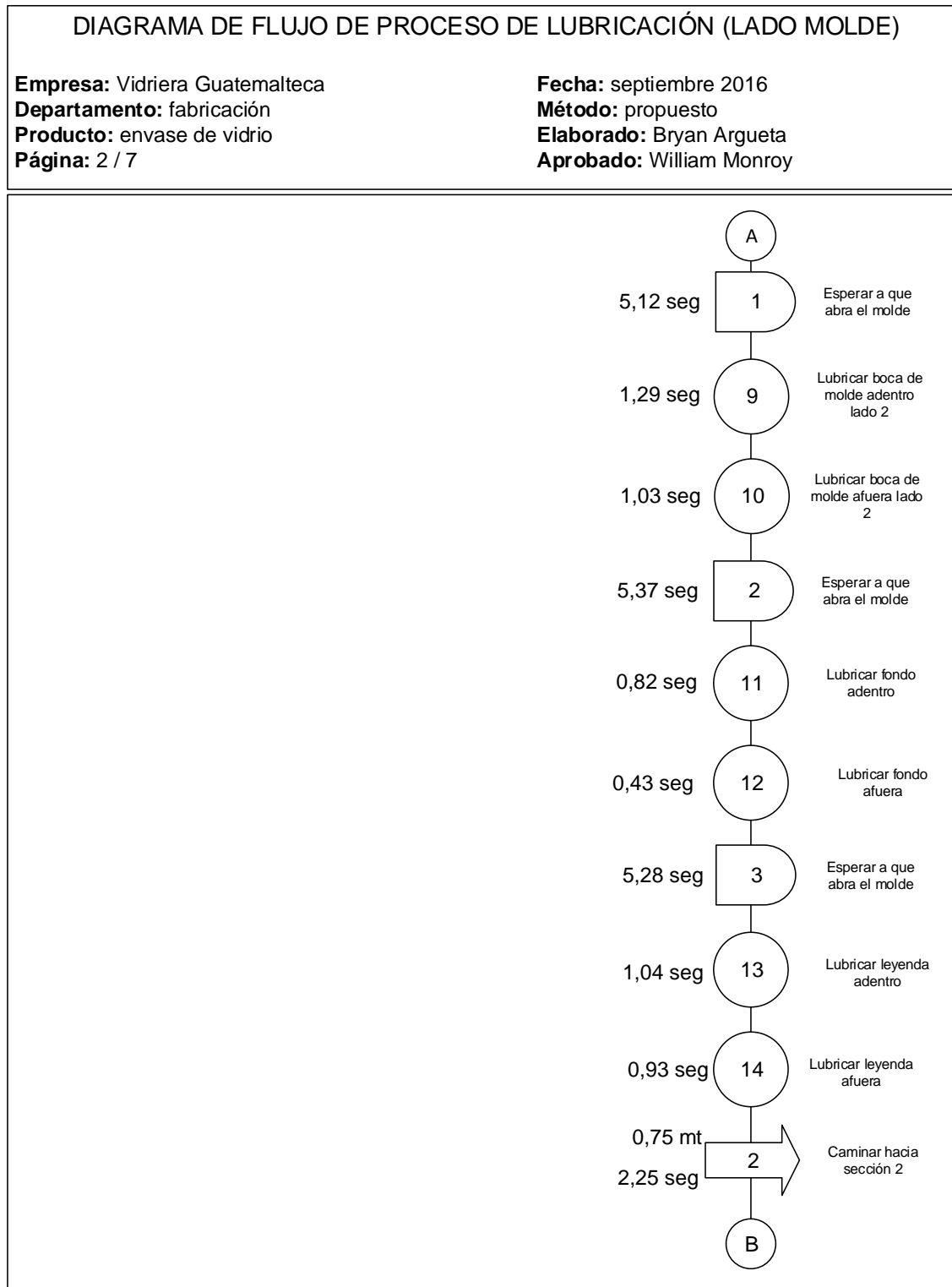
La principal mejora propuesta en el diagrama del lado bombillo es la inclusión de una segunda brocha, la cual será utilizada con la mano menos hábil y mejorará la lubricación de las coronas, al ser una medida más adecuada.

También, se propone que el sumergido de la brocha en lubricante no será entre cada sección, sino cada dos secciones. Esto mejora la consistencia de la capa de lubricante, ya que la brocha no se mantiene mojada en todo momento.

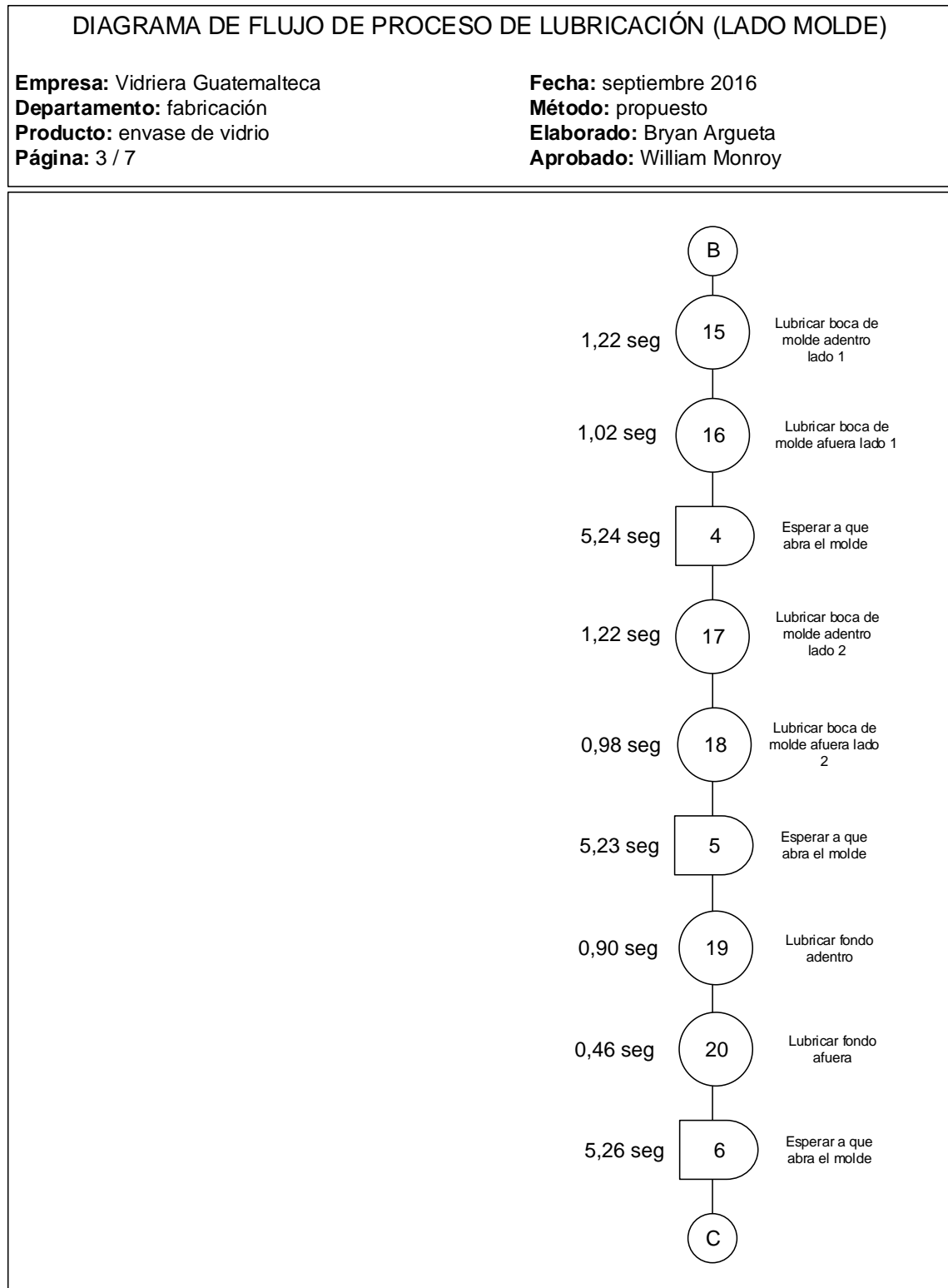
Figura 17. Diagrama de flujo lado molde propuesto



Continuación de la figura 17.



Continuación de la figura 17.





Continuación de la figura 17.

### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO MOLDE)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca

Departamento: fabricación

**Producto:** envase de vidrio

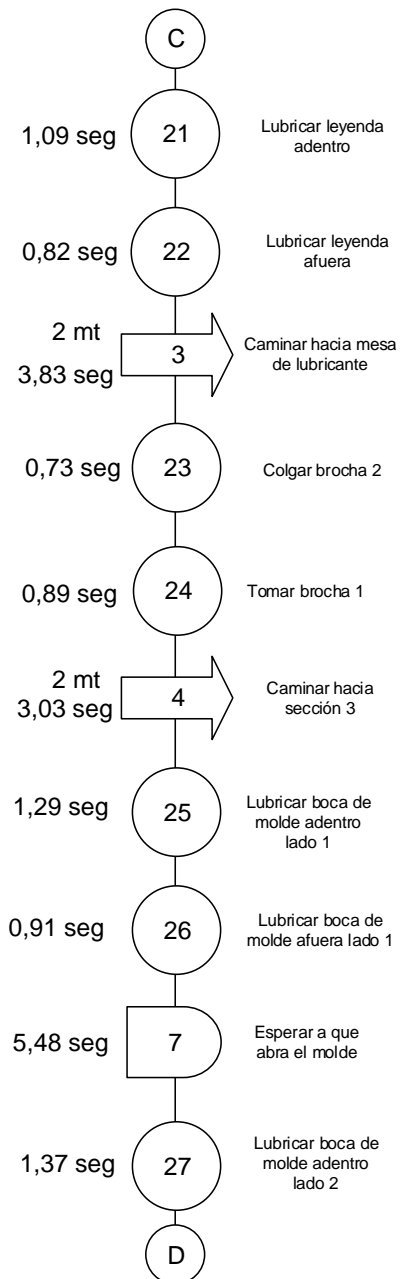
Página: 4 / 7

**Fecha:** septiembre 2016

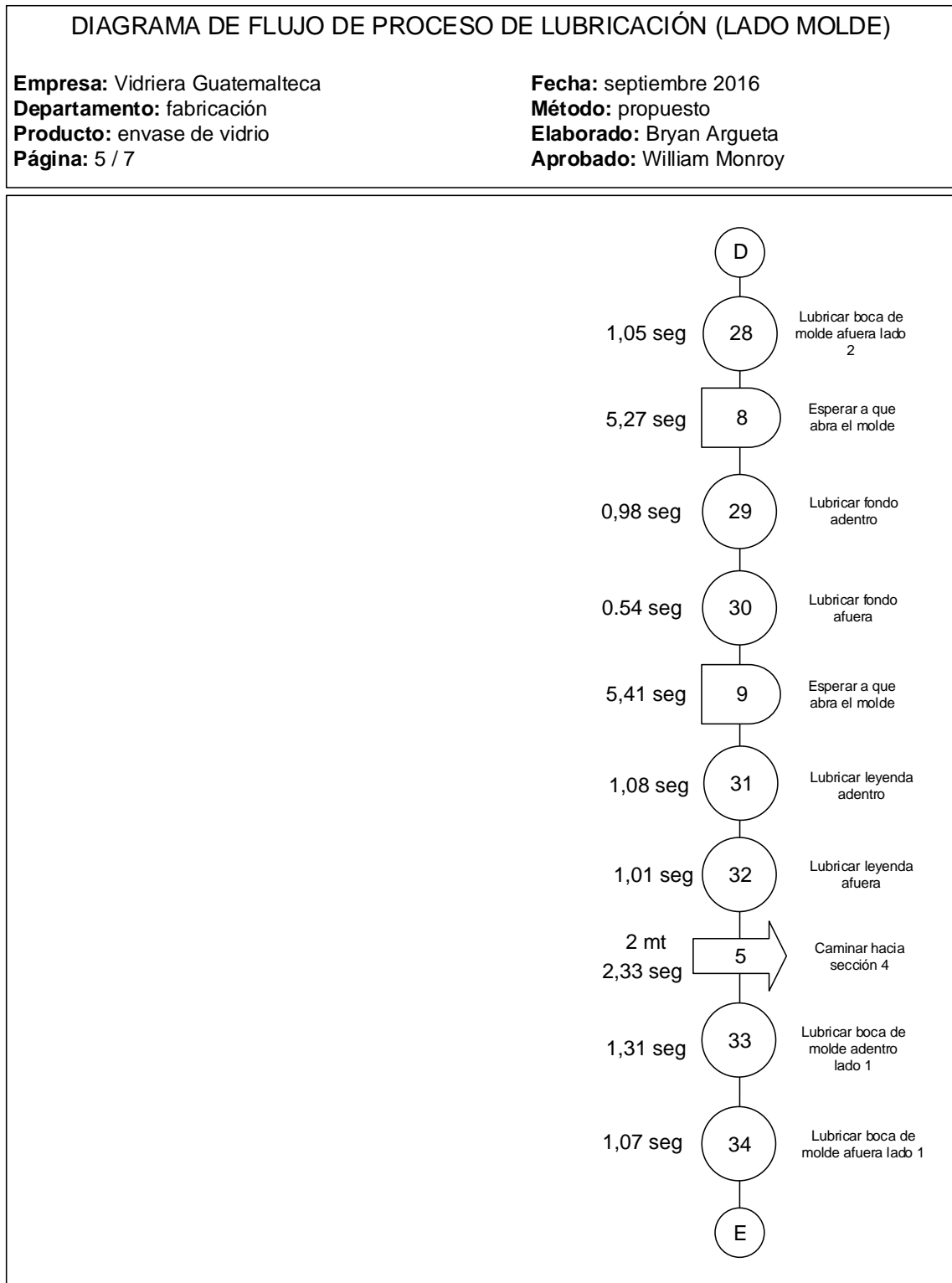
**Método:** propuesto

**Elaborado:** Bryan Argueta

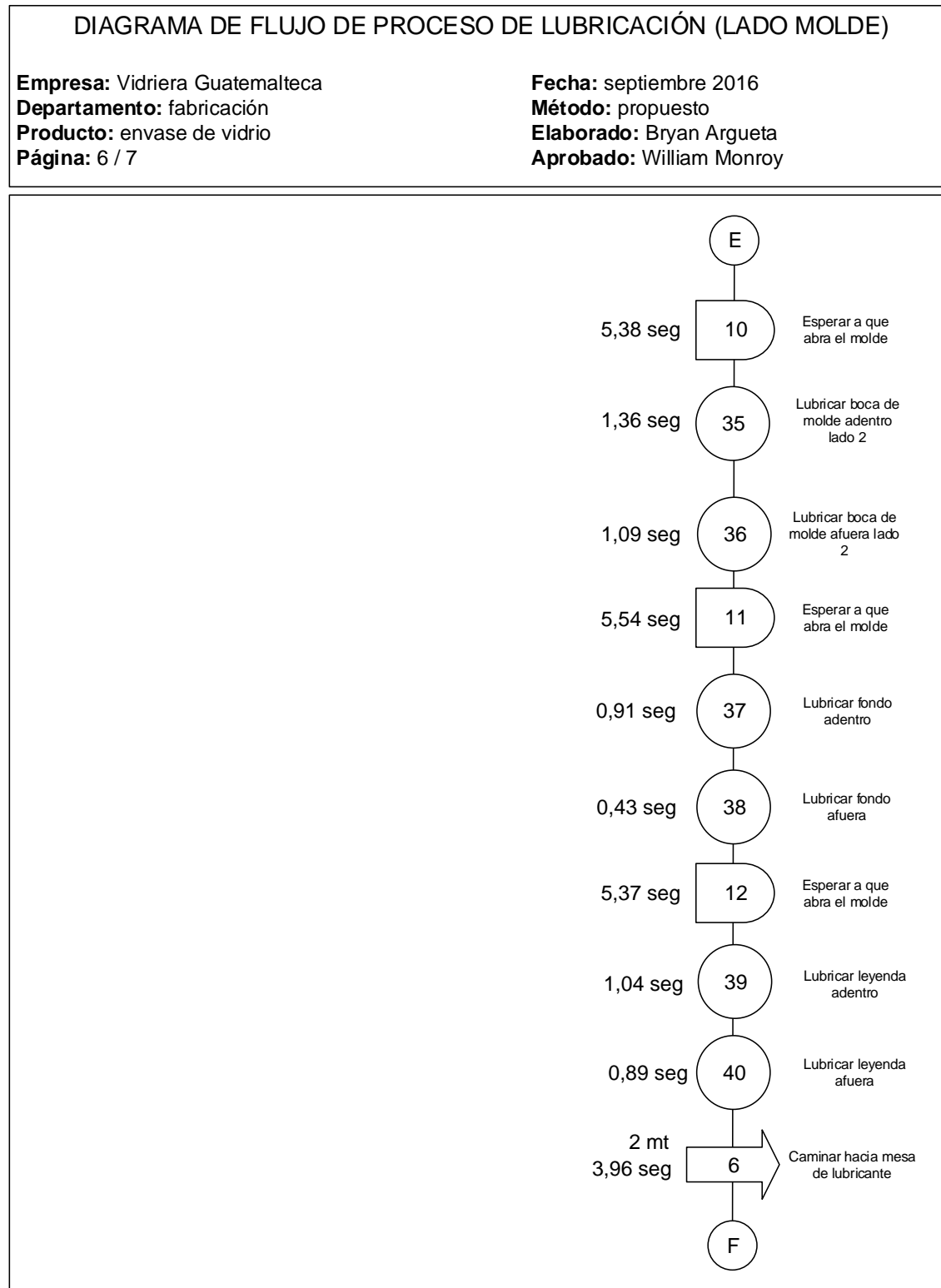
**Aprobado:** William Monroy



Continuación de la figura 17.



Continuación de la figura 17.

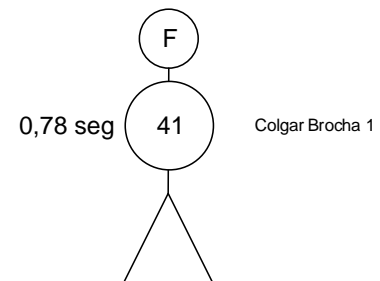




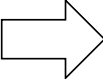


Continuación de la figura 17.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO MOLDE)

**Empresa:** Vidriera Guatemalteca  
**Departamento:** fabricación  
**Producto:** envase de vidrio  
**Página:** 7 / 7

**Fecha:** septiembre 2016  
**Método:** propuesto  
**Elaborado:** Bryan Argueta  
**Aprobado:** William Monroy



RESUMEN				
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO	Tiempo (seg)	Distancia (metros)
Operación		41	45,16	0
Inspección		0	0	0
Transporte		6	18,41	10,75
Demora		12	63,95	0
Combinada		0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>59</b>	<b>127,52</b>	<b>10,75</b>

Fuente: elaboración propia.

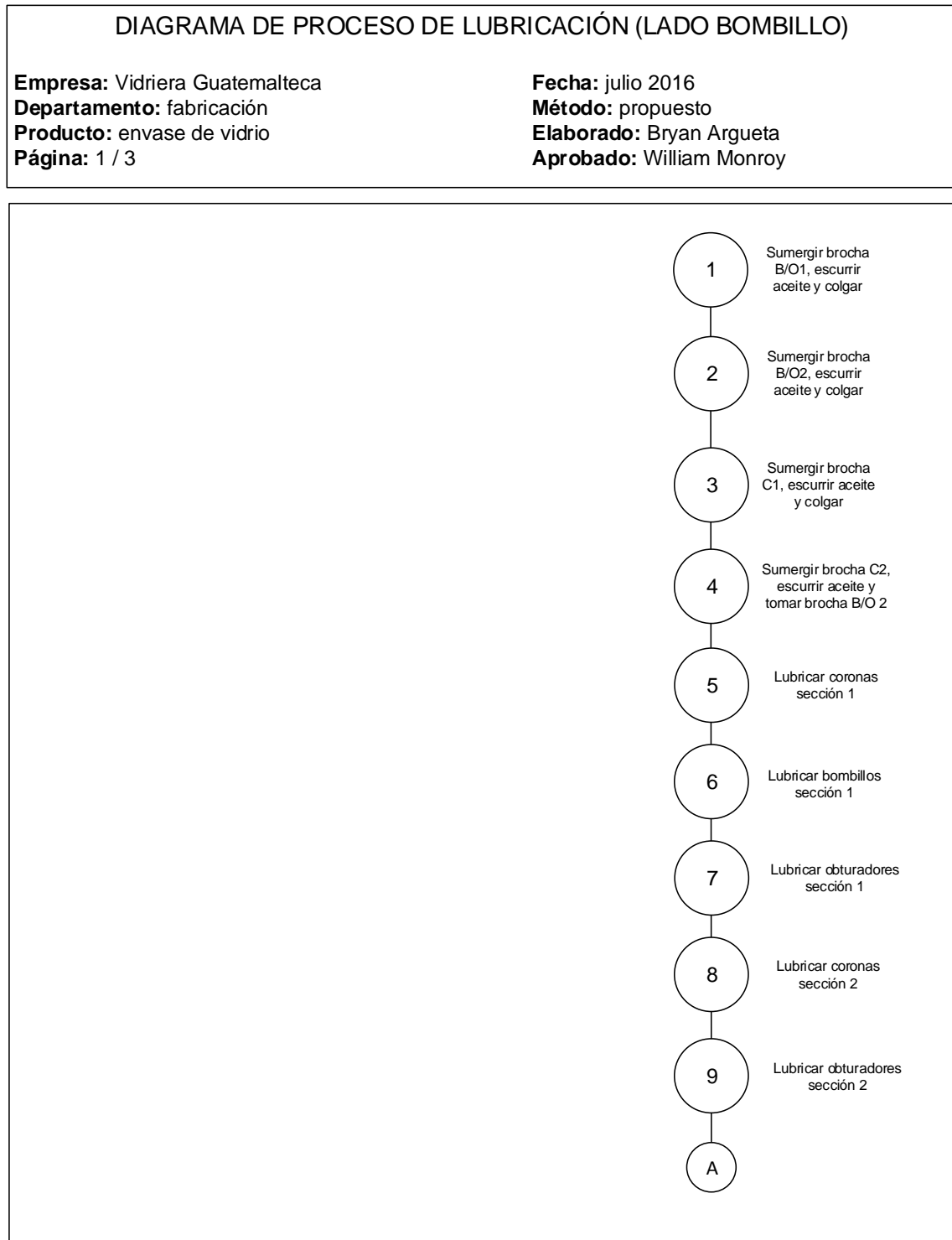
En el caso del lado molde no es viable la utilización de una segunda brocha por distintas razones, entre ellas, la superficie de la moldura se adapta de buena manera al diámetro de la brocha y siempre se debe esperar a que cierre y abra de nuevo.

También hay reducción en la distancia recorrida por el operador, en el método actual, se recorren doce metros en las cuatro primeras secciones, únicamente de traslados entre la mesa de lubricación y las secciones, para este método la distancia se disminuye a 10,7 metros.

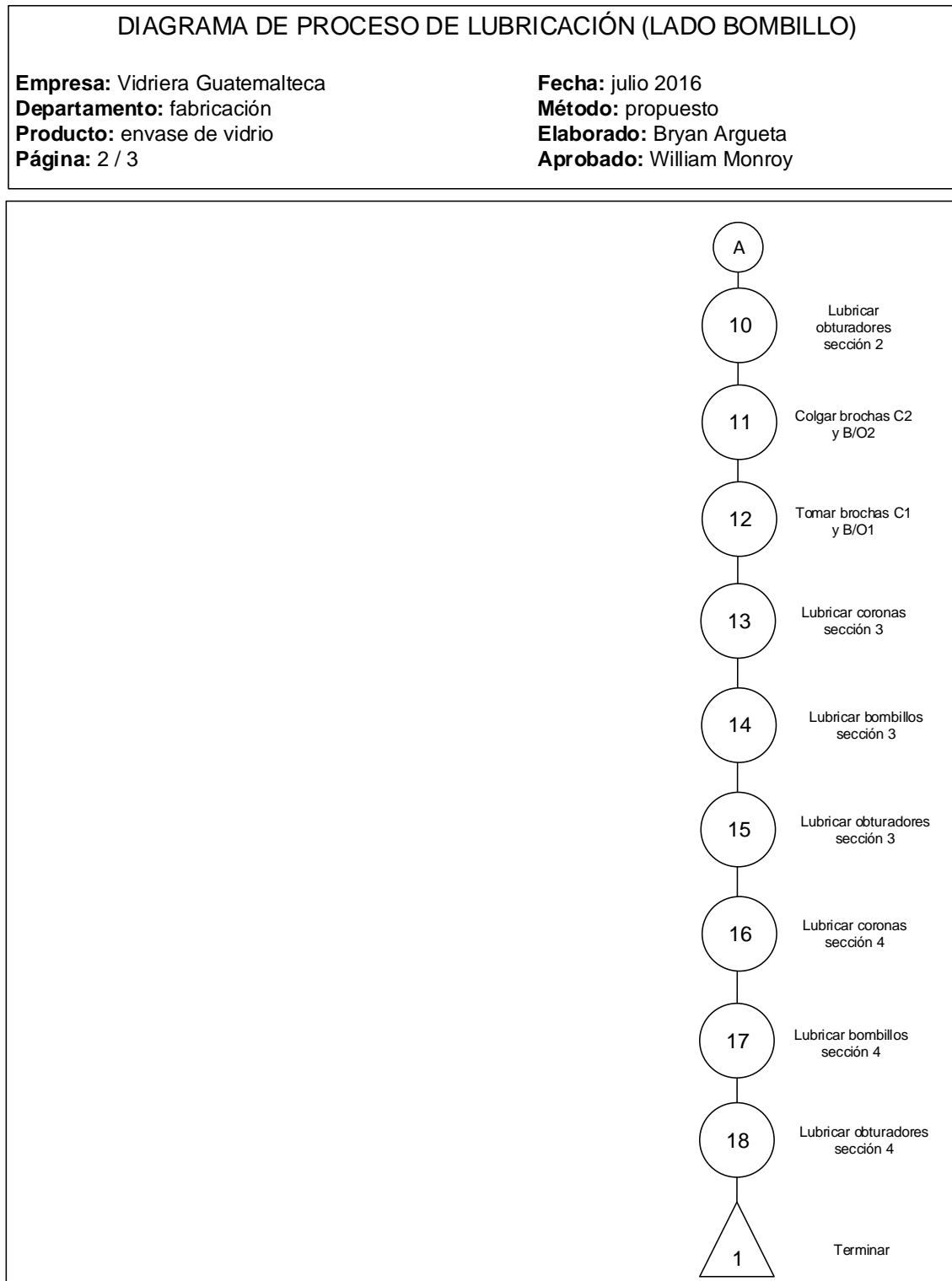
#### **3.4.1.3. Diagrama de operación mejorado**

Como resultado del estudio de movimientos, el diagrama de operación de cada lado de la moldura fue modificado y se expone un método propuesto:


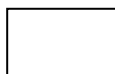

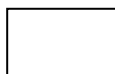

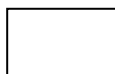
Figura 18. Diagrama de operación lado bombillo propuesto



Continuación de la figura 18.



Continuación de la figura 18.

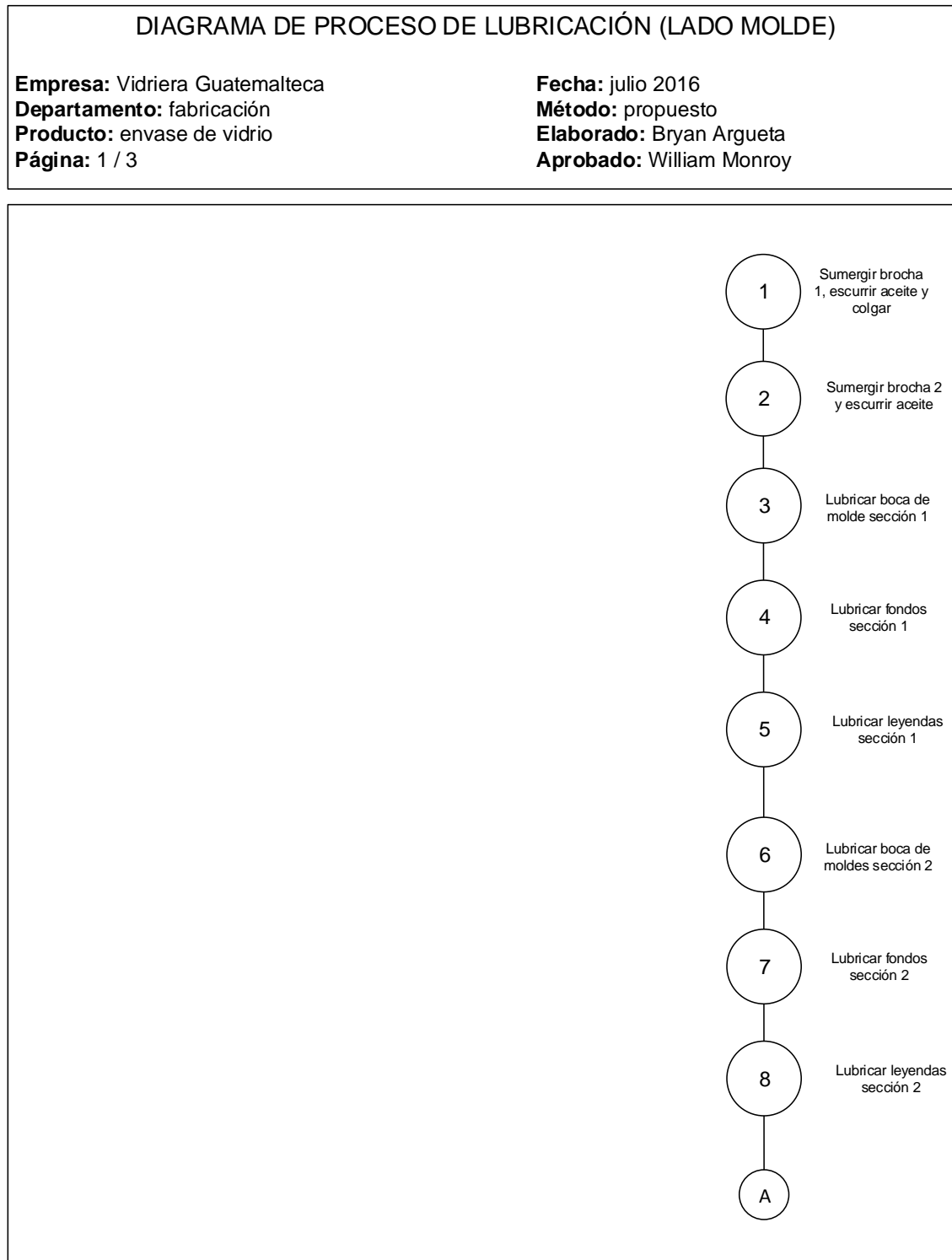
DIAGRAMA DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO BOMBILLO)																	
<b>Empresa:</b> Vidriera Guatemalteca <b>Departamento:</b> fabricación <b>Producto:</b> envase de vidrio <b>Página:</b> 3 / 3		<b>Fecha:</b> julio 2016 <b>Método:</b> propuesto <b>Elaborado:</b> Bryan Argueta <b>Aprobado:</b> William Monroy															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RESUMEN</th></tr> <tr> <th>ACTIVIDAD</th><th>SÍMBOLO</th><th>NÚMERO</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operación</td><td></td><td>18</td></tr> <tr> <td>Inspección</td><td></td><td>0</td></tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td><td>18</td></tr> </tbody> </table>			RESUMEN			ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO	Operación		18	Inspección		0	TOTAL		18
RESUMEN																	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO															
Operación		18															
Inspección		0															
TOTAL		18															

Fuente: elaboración propia.

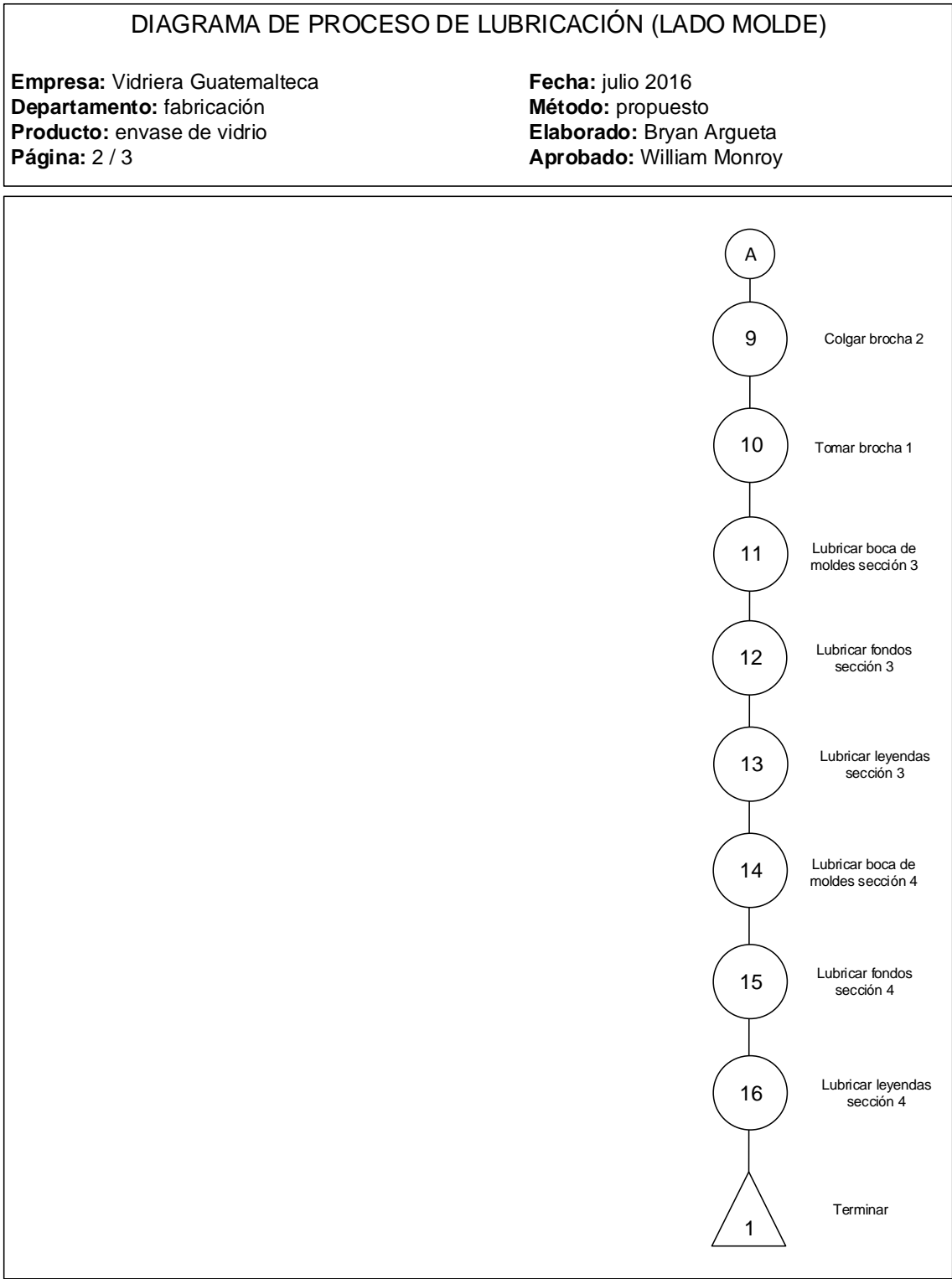
En comparación con el diagrama del método actual, en este se incluyen dos operaciones extras, las cuales son el sumergido y escurrido de la brocha para coronas. Esto mejora el resultado final de la boquilla de la botella, al tener una lubricación más detallada y enfocada en la corona.



Figura 19. Diagrama de proceso propuesto lado molde




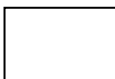
Continuación de la figura 19.



Continuación de la figura 19.

DIAGRAMA DE PROCESO DE LUBRICACIÓN (LADO MOLDE)		
<b>Empresa:</b> Vidriera Guatemalteca	<b>Fecha:</b> julio 2016	
<b>Departamento:</b> fabricación	<b>Método:</b> propuesto	
<b>Producto:</b> envase de vidrio	<b>Elaborado:</b> Bryan Argueta	
<b>Página:</b> 3 / 3	<b>Aprobado:</b> William Monroy	

RESUMEN		
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	NÚMERO
Operación		16
Inspección		0
TOTAL		16

Fuente: elaboración propia.

El número de operaciones es el mismo, pero en este caso, se propone utilizar una brocha para cada dos secciones, por este motivo se compensan el número de operaciones totales del diagrama.

Con este método, las brochas tienen un mayor tiempo de vida y la calidad de la aplicación es mejor debido a que no se desgastan lubricando las ocho secciones con la misma brocha. Esto también reduce el tiempo utilizado para el reemplazo de las brochas que ya no funcionan correctamente.

### **3.4.2. Del estudio de tiempos**

Se detallan los resultados obtenidos en el estudio de tiempos.

#### **3.4.2.1. Tiempo estándar óptimo**

Como fue descrito en el cálculo anterior, los tiempos estándar óptimos para cada lado de la moldura, tomando en cuenta solo los primeros tres elementos son los siguientes:

Lado molde: 127,52 segundos

Lado bombillo: 83,92 segundos

### **3.4.3. Manual técnico operativo**

En este manual se detallan los pasos por seguir para realizar una correcta lubricación de una moldura de botellas de vidrio, tanto en el lado molde como el lado bombillo.

Hay que tomar en cuenta muchos factores, debido a la variabilidad de las condiciones y requerimientos de lubricación de cada moldura. Estos son los pasos por seguir para realizar una correcta lubricación:

- Revisar la carta de la moldura que está en máquina y verificar los requerimientos que tiene en la parte de atrás en el apartado de fabricación, donde se detalla qué partes del molde y del bombillo se deben lubricar, con qué frecuencia, con qué tipo de lubricante y con qué medida de brocha.

- Una vez verificados estos parámetros se debe revisar la mesa de inspección por si existe un aviso por parte del departamento de fabricación de que existe algún cambio en la frecuencia de lubricación o en el tipo de aceite o forma de lubricación.
- Lado bombillo

Cada lado de la moldura es diferente en cuanto a lubricación por lo que el primer lado es el bombillo, que es donde se hace la preforma del envase, Generalmente en el lado bombillo se lubrican los bombillos, las coronas y los obturadores. Estos son los pasos para la correcta lubricación del lado bombillo:

- Utilizar una brocha por cada dos secciones por lubricar.
- Para una máquina estándar de diez secciones trabajando, se utilizan cinco brochas de cada medida para la correcta lubricación.
- Sumergir la brocha del bombillo en el aceite lubricante que esté detallado en los requerimientos de lubricación, luego escurrir la brocha de modo que queda seca y no deje manchas. Repetir este procedimiento con el resto de brochas del bombillo.
- Sumergir la brocha de la corona en el aceite lubricante que esté detallado en los requerimientos de lubricación, luego escurrir la brocha de modo que queda seca y no deje manchas. Repetir este procedimiento con el resto de brochas de la corona.

Los pasos anteriores se realizan de modo que las brochas estén listas para su utilización antes de comenzar el proceso de lubricación ya que se pierde tiempo si se quiere usar una y luego sumergir la otra.

- Para lubricar con equipo
  - Tomar la brocha de bombillo y obturador en su mano más hábil y tomar la brocha de la corona en la mano menos hábil.
  - Dirigirse a la sección 1 y presionar el botón para rechazar un ciclo de vidrio, el cual le dará el tiempo suficiente para lubricar la sección.
  - Lubricar los cuatro lados del bombillo (en caso de ser una moldura de doble cavidad), desde donde se aprecia la línea de carga hacia abajo para proceso soplo-soplo y de la línea de carga hacia arriba en el proceso prensa-soplo, dando únicamente una pasada.
  - Luego de lubricar los bombillos, utilizar la mano menos hábil para lubricar la corona.
  - Finalmente, utilizar la brocha de la mano hábil para lubricar los obturadores, de igual manera solo una pasada.
- Para lubricar de manera normal
  - Tomar la brocha de bombillo y obturador en su mano más hábil y tomar la brocha de la corona en la mano menos hábil.
  - Dirigirse a la sección 1 y esperar a que los bombillos abran y la preforma pase al lado molde.
  - Lubricar los cuatro lados del bombillo (en caso de ser una moldura de doble cavidad), desde donde se aprecia la línea de carga hacia abajo para proceso soplo-soplo y de la línea de carga hacia arriba en el proceso prensa-soplo, dando únicamente una pasada.

- Luego de lubricar los bombillos, utilizar la mano menos hábil para lubricar la corona, teniendo cuidado de lubricar antes de que caiga la carga y cierre la preforma.
- Finalmente, utilizar la brocha de la mano hábil para lubricar los obturadores, de igual manera solo una pasada.
- Repetir estos pasos para la siguiente sección. Luego de lubricar la siguiente sección, regresar a la mesa de brochas y tomar otra brocha de bombillo obturador y otra brocha de corona.
- Seguir esta secuencia para las secciones restantes.
- Cuando inicie el siguiente ciclo de lubricación, dependiendo de la frecuencia de la misma, es importante lubricar los pares de secciones en sentido contrario. Es decir: si en el primer ciclo de lubricación la secuencia que se utilizó fue sección 1 y luego 2, sección 3 y luego 4; en el siguiente ciclo de lubricación se debe seguir la secuencia: sección 2, luego 1, sección 4 y luego 3. Esto es para asegurarse de que no siempre la misma sección reciba más lubricante debido a que es el primer uso de la brocha.

- Lado molde

El lado molde es el encargado de dar la forma final a la botella de vidrio, es decir que contiene todos los acabados como grabados, leyendas, letras, etcétera. El proceso de lubricación en el lado molde es muy variable, debido a que las molduras son diferentes, al contrario de los bombillos que pueden ser utilizados para diferentes molduras, por lo tanto, como indicación estándar se tomará que se lubrican los fondos, boca de molde y leyendas.

En el caso del lado molde es importante tener mucho cuidado al momento de lubricar, porque el tiempo que estos permanecen abiertos es mucho menor que en el lado bombillo, esto es debido a la conservación de la temperatura de la botella. Debido a la complicidad y cuidado con la que se tienen que lubricar los moldes, a las brochas se les agrega una extensión que puede ser un palo de escoba o una varilla de madera. Estos son los pasos para la correcta lubricación del lado molde:

- Utilizar una brocha por cada dos secciones por lubricar.
- Para una máquina estándar de diez secciones trabajando, se utilizan cinco brochas. Generalmente, se utiliza una sola medida de brocha.
- Sumergir la brocha en el aceite lubricante que esté detallado en los requerimientos de lubricación; luego escurrir la brocha de modo que queda seca y no deje manchas. Repetir este procedimiento con el resto de brochas.

Los pasos anteriores se realizan de modo que las brochas estén listas para su utilización antes de comenzar el proceso de lubricación, ya que se pierde tiempo si se quiere usar una y luego sumergir la otra.

- Lubricar las bocas de molde del lado derecho o izquierdo (esto es dependiendo de la facilidad del operario).
- Esperar que la moldura se cierre para el soplo final de la botella, cuando abra lubricar el lado restante de bocas de molde.



- Esperar que la moldura abra de nuevo y lubricar los fondos de adentro y luego afuera, dando solo una pasada.
- Esperar que la moldura abra de nuevo y lubricar las leyendas de ambas molduras.
- Repetir estos pasos para la siguiente sección. Luego de lubricar la siguiente sección, regresar a la mesa de brochas y tomar otra brocha de bombillo obturador y otra brocha de corona.
- Seguir esta secuencia para las secciones restantes.
- Cuando inicie el siguiente ciclo de lubricación, dependiendo de la frecuencia de la misma, es importante lubricar los pares de secciones en sentido contrario. Es decir: si en el primer ciclo de lubricación la secuencia que se utilizó fue sección 1 y luego 2, sección 3 y luego 4; en el siguiente ciclo de lubricación se debe seguir la secuencia: sección 2 luego 1, sección 4 y luego 3. Esto es para asegurarse que no siempre la misma sección reciba más lubricante, debido a que es el primer uso de la brocha.

### **3.5. Propuesta de notificación para lubricación**

Se ha notado que las frecuencias de lubricación propuestas o ideales para cada moldura no siempre son respetadas por parte de los operarios y los ayudantes debido a que estos tienen otras obligaciones como controlar la máquina, tomar muestras de botellas, entre otras.

Como consecuencia de esto, los ciclos de lubricación se posponen, es posible que, en una medida mínima, pero al no ser respetados, pueden incurrir en defectos en las botellas, porque los moldes no están correctamente lubricados y pueden llegar a secarse. Es por esto que se propone implementar una señal que notifique que es hora de la lubricación de los moldes, así se mantiene un orden y los operarios no pasan por alto los tiempos.

En el caso en que las frecuencias de lubricación no son las mismas dentro de las diferentes partes de la moldura. Se propone crear un código de colores el cual indique qué parte de la moldura necesita lubricación en cierto momento. Siempre respetando el orden de lubricación de las estaciones. El código de colores debe ser el siguiente:

Tabla XIII. **Código de colores para partes de molduras**

<b>Color</b>	<b>Parte de moldura</b>
Azul	Bombillos
Rojo	Coronas
Amarillo	Obturadores
Verde	Fondos
Naranja	Boca de molde
Blanco	Leyendas

Fuente: elaboración propia.

El objetivo de la identificación con código de colores es para que el operario pueda tener una alerta cuando sea hora de lubricar cada parte de la moldura por separado, si el caso de la moldura dice que la frecuencia es diferente. Este dispositivo de notificación podrá ser modificado para ingresar la frecuencia de lubricación de cada una de las partes o una frecuencia conjunta para las molduras que deban seguir el proceso de lubricación completo para todas sus partes.



## **4. IMPLEMENTACIÓN**

Como resultado del estudio de tiempos y movimientos realizado en el proceso de lubricación en el área de moldura de botellas de vidrio, se diseñó un proceso optimizado para la realización de este. En este capítulo se detallan los procedimientos para la aplicación e implementación de este método.

### **4.1. Capacitación del personal**

La capacitación del personal se dividirá en cuatro sesiones de presentación de método de trabajo y tiempo estándar. Es decir, una sesión para cada turno de la planta. Debido a que la mayoría de operarios y ayudantes tienen amplia experiencia en la planta, la capacitación será orientada a optimizar el método actual que se está empleando, hecho que realmente no involucra muchos cambios, pero su correcta aplicación puede impactar positivamente en la reducción de defectos por lubricación y eficiencia.

#### **4.1.1. Talleres de uso de materiales**

Debido a que los operarios ya están familiarizados con el uso de los materiales que se emplean en el proceso de lubricación, se hará dentro de la capacitación un énfasis en el uso correcto de las brochas y, especialmente, para el lado bombillo, en donde se deben utilizar al menos dos medidas de brochas, según especificaciones de la carta de producción.

#### **4.1.2. Exposición de resultados para mejora de procedimiento de trabajo**

Como primera fase de implementación se presentarán los resultados del estudio de tiempos y movimientos a los jefes del área de fabricación, presentando método optimizado, tiempo estándar, diagramas y manuales.

#### **4.2. Aplicación de nuevos tiempos estándares**

Estos son los tiempos estándares obtenidos luego del estudio de tiempos, los cuales serán tomados en cuenta de ahora en adelante para el proceso de lubricación.

Tabla XIV. **Resumen de tiempo estándar**

<b>Operación</b>	<b>Tiempo estándar (segundos)</b>
Lubricación de bombillo (8 secciones)	172,69
Lubricación de molde (8 secciones)	256,55

Fuente: elaboración propia

Si se toma como base el tiempo total determinado en los diagramas de flujo del proceso actual, el período de ejecución de la operación aumenta 52 % en promedio. Esto se debe a que la duración determinada en la situación actual es un tiempo cronometrado, es decir, falta realizar la normalización y estandarización del mismo.

Si se normaliza y se estandariza el tiempo del método actual, el aumento de la duración de ejecución es de aproximadamente 11 %. Adicional, cabe mencionar que se agregaron operaciones al método actual, por lo que el aumento no es considerable.

El objetivo principal del estudio no es reducir el tiempo de ejecución, más bien, es optimizar el proceso para que la eficiencia se aumente, es decir, reducir lo máximo posible el número de piezas defectuosas que sean causadas por la mancha de lubricación. Por lo que es un buen tiempo estándar para cada lado de la moldura, si se aumenta la eficiencia de la operación.

#### 4.3. Procedimiento de aplicación

El procedimiento de aplicación para el nuevo método y tiempo estándar seguirá la secuencia expuesta:

Tabla XV. **Procedimiento de aplicación**

Actividad	Descripción	Duración
Presentar nuevo método a jefes	Se presentarán los resultados obtenidos en el estudio de tiempos y movimientos a los jefes de producción para que den el visto bueno del mismo antes de iniciar con la implementación y capacitación para los operarios.	1 día
Capacitaciones al personal de fabricación	Luego de haber presentado los resultados a los jefes de producción, ellos tomarán la decisión de impartir talleres de capacitación para los operarios y ayudantes de fabricación para exponer el método correcto y tiempo óptimo de lubricación de molduras.	4 días (1 por turno)
Colocación de afiches que recuerden puntos clave del método	El departamento de fabricación ya cuenta con estos afiches en los cuales se detallan con pocas palabras las buenas prácticas para la correcta lubricación de las molduras con imágenes atractivas a la vista.	1 día
De la propuesta de notificación para lubricación.	Será decisión de la administración y dirección de la planta el implementar un sistema que indique al operario con una notificación luminosa que es tiempo de lubricar la moldura.	Indefinido

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.1. Estudio de movimientos**

Para el procedimiento de aplicación el nuevo método se tomará como ejemplo al operario y ayudante que fueron estudiados para una demostración y se continuará con una pequeña evaluación al final para medir el grado de entendimiento del taller de capacitación.

#### **4.3.2. Estudio de tiempos**

De igual manera que para el estudio de movimientos, la aplicación del estudio de tiempos será ejecutada como una demostración en la cual se va a medir el tiempo de proceso desempeñado por el operario y ayudante. En este caso, el tiempo que será expuesto es el estándar, es decir, el que toma en consideración tanto la valoración como suplementos, por lo tanto, es posible que los ejecutores tarden menos en realizarlo, al hacerlo una única vez para demostración.

Se les explicará a los asistentes a la capacitación todos los factores que son tomados en cuenta a la hora de determinar el tiempo estándar para que estén al tanto de que todas las necesidades son consideradas.

#### **4.4. Estandarización de métodos de trabajo**

Debido a que lo obtenido del estudio de tiempos y movimientos es un tiempo y un método estándar, todas las personas involucradas en la lubricación de molduras deben seguir el método para lograr su estandarización y observar un cambio significativo en la eficiencia de la producción.

#### 4.5. Diseño de registros de control de calidad

Se diseñan registros para llevar un control de calidad de la producción de botellas de vidrio.

##### 4.5.1. Tablas de control

Inicialmente se llevará un control de todos los ciclos de lubricación que se realicen.

Tabla XVI. **Tabla de control de lubricaciones**

Moldura		Tiempo estándar de lubricación			
Ciclo de lubricación requerido	Bombillo	Obturador	Corona	Boca de molde	
	Boca de molde	Fondo	Leyenda	Hombro	
Ciclos de lubricación reales	Inicio	Final	Ciclos de lubricación reales	Inicio	Final
1			17		
2			18		
3			19		
4			20		
5			21		
6			22		
7			23		
8			24		
9			25		
10			26		
11			27		
12			28		
13			29		
14			30		
15			31		
16			32		

Fuente: elaboración propia.



#### 4.5.2. Gráficos de control

Para el diseño de los gráficos de control, los parámetros que se tomarán en cuenta serán el número de piezas defectuosas provocadas por el defecto de mancha por lubricación, el cual está directamente ligado al estudio del método de lubricación.

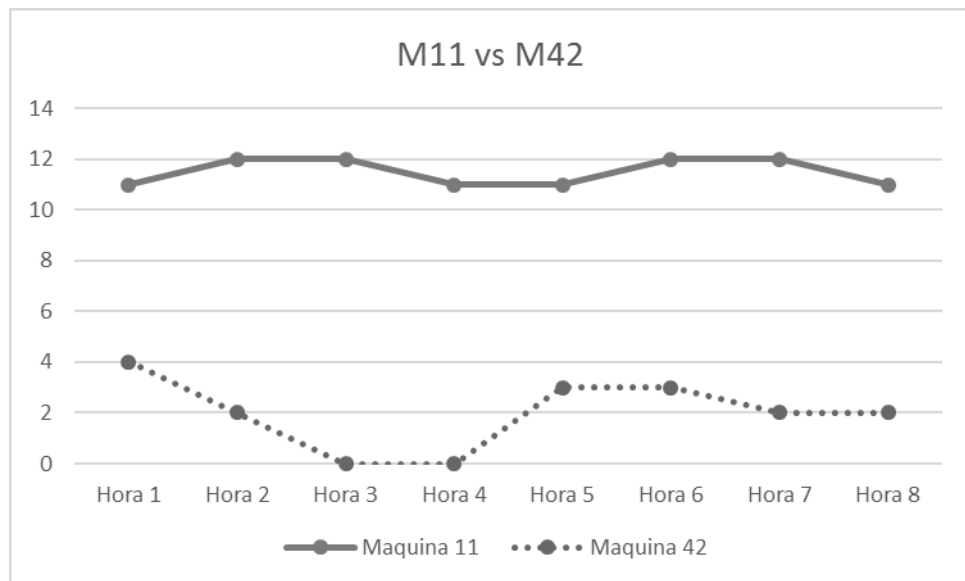
Se tomó como referencia la máquina 42, en la cual fue aplicado el nuevo método de lubricación y se comparó con otras que utilizan el anterior. A continuación, se muestran los resultados:

Tabla XVII. **Defectos máquina 11 frente a 42**

Número de piezas defectuosas causadas por mancha de lubricación		
M/H	Máquina 11	Máquina 42
Hora 1	11	4
Hora 2	12	2
Hora 3	12	0
Hora 4	11	0
Hora 5	11	3
Hora 6	12	3
Hora 7	12	2
Hora 8	11	2

Fuente: Sistema SAP, Vigua. Consulta: septiembre de 2016.

Figura 20. **Gráfico de control máquina 11 vs 42**



Fuente: elaboración propia.

Estos registros de control deben ser tomados en cuenta periódicamente y en cada máquina para evaluar si el método propuesto ha disminuido en algún porcentaje desde la implementación.

Esta curva de número de defectuosos por hora de producción toma en cuenta muchas variantes, por ejemplo, el tipo de botella que se está produciendo puede tener más tendencia a tener manchas por lubricación por su naturaleza, pero puede ser un indicador para implementar el método propuesto en todas las máquinas que se encuentren trabajando.



## **5. MEJORA CONTINUA**

Parte vital de los procesos actuales de las empresas es tener un programa de mejora continua que asegure su mejora día a día. Se identificaron nuevas debilidades derivadas de la optimización del método, que conllevan a tomar acciones para mejorar continuamente la lubricación. En este capítulo se detallan los planes de acción por ejecutar.

### **5.1. Identificación de nuevas debilidades**

El seguimiento es de alta importancia para este método, ya que hay que determinar si se están presentando mejoras globales dentro de la producción, porque al ser un proceso de suma complejidad, los factores que intervienen en los resultados de los defectos en una botella de vidrio son muchos. Es por esto que se busca erradicar o disminuir el defecto de manchas por lubricación, pero no se deben descuidar los demás defectos. Es necesario monitorear regularmente los resultados del método propuesto y observar que no se presenten nuevos problemas en la lubricación.

### **5.2. Ajustes de la mejora del procedimiento de trabajo**

Como todo procedimiento, se necesitan ajustes para que vaya evolucionando y se tengan mejores resultados. En el caso del método propuesto, se está tomando en cuenta una máquina de ocho secciones, lo cual no siempre es estándar, ya que hay veces en las que no todas las secciones están funcionando, o incluso, hay máquinas que tienen 10 secciones individuales, por lo que el tiempo estándar de la lubricación debe ajustarse.

Para ajustar el tiempo estándar a una máquina de diez secciones se tomó como consideración el tiempo agregando una brocha más al método, en lugar de tener cuatro brochas, se tendrán cinco. Esto va a afectar en los tiempos de preparación inicial, en el cual se introducen las brochas, tanto grande como pequeña para corona, y también el tiempo de lubricación. Este fue aumentado, se obtuvieron los siguientes ajustes:

**Tabla XVIII. Tiempo estándar para una máquina de 8 secciones**

Lado de moldura	Tiempo estándar (segundos)
Lado bombillo	172,69
Lado molde	256,55

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XIX. Tiempo estándar ajustado para 10 secciones**

Lado de moldura	Tiempo estándar (segundos)
Lado bombillo	215,86
Lado molde	320,69

Fuente: elaboración propia.

### **5.3. Evaluación de resultados**

En los siguientes gráficos se puede observar una comparación de los resultados de la máquina 42, en la cual se aplicó el método propuesto, contra cada una de las otras máquinas de la planta, en las cuales no se está aplicando el método.

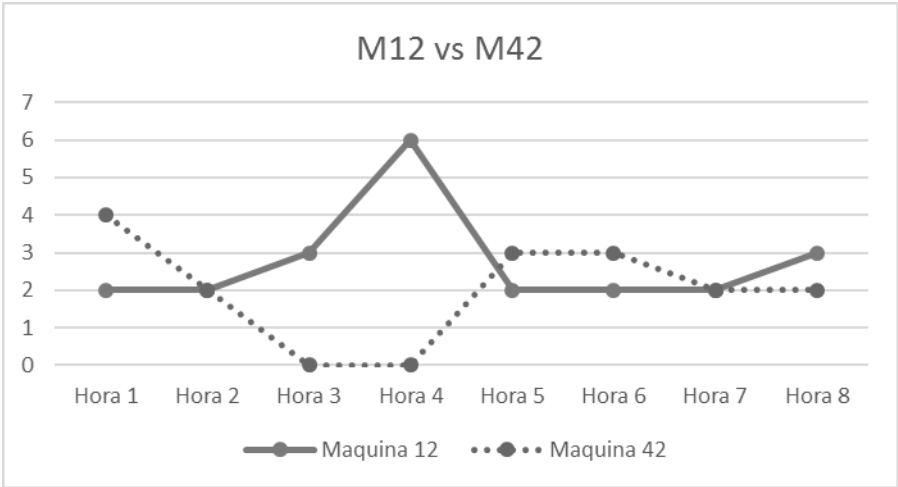
Como ya se analizaron los resultados de la máquina 11 frente a la 42, a continuación, solo se presentan los resultados de las máquinas 12, 13, 41 y 45 frente la máquina 42.

Tabla XX. Defectos para gráfico de control máquina 12 frente a 42

Número de piezas defectuosas causadas por mancha de lubricación		
M/H	Máquina 12	Máquina 42
Hora 1	2	4
Hora 2	2	2
Hora 3	3	0
Hora 4	6	0
Hora 5	2	3
Hora 6	2	3
Hora 7	2	2
Hora 8	3	2

Fuente: Sistema SAP, Vigua. Consulta: septiembre de 2016.

Figura 21. Gráfico de control máquina 12 frente a 42



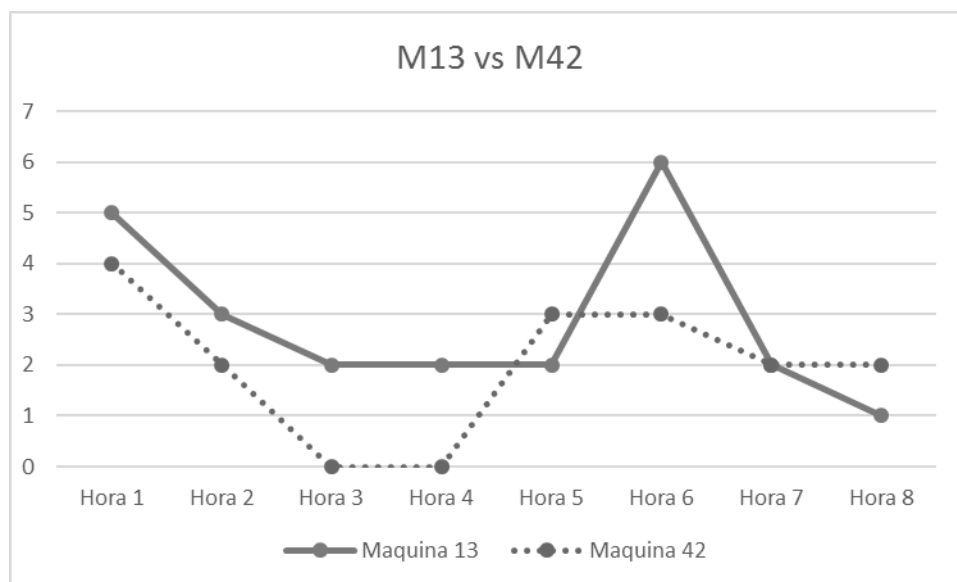
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Defectos para gráfico de control máquina 13 frente a 42**

Número de piezas defectuosas causadas por mancha de lubricación		
M/H	Máquina 13	Máquina 42
Hora 1	5	4
Hora 2	3	2
Hora 3	2	0
Hora 4	2	0
Hora 5	2	3
Hora 6	6	3
Hora 7	2	2
Hora 8	1	2

Fuente: Sistema SAP, Vigua. Consulta: septiembre de 2016.

Figura 22. **Gráfico de control máquina 13 frente a 42**



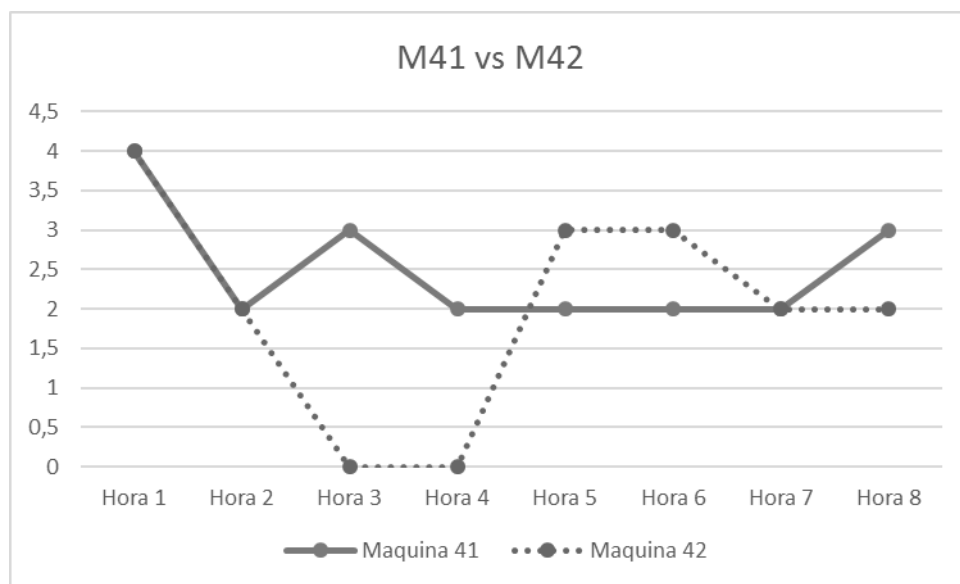
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Defectos para gráfico de control máquina 41 frente a 42**

Número de piezas defectuosas causadas por mancha de lubricación		
M/H	Máquina 41	Máquina 42
Hora 1	4	4
Hora 2	2	2
Hora 3	3	0
Hora 4	2	0
Hora 5	2	3
Hora 6	2	3
Hora 7	2	2
Hora 8	3	2

Fuente: Sistema SAP, Vigua. Consulta: septiembre de 2016.

Figura 23. **Gráfico de control máquina 41 frente a 42**



Fuente: elaboración propia.



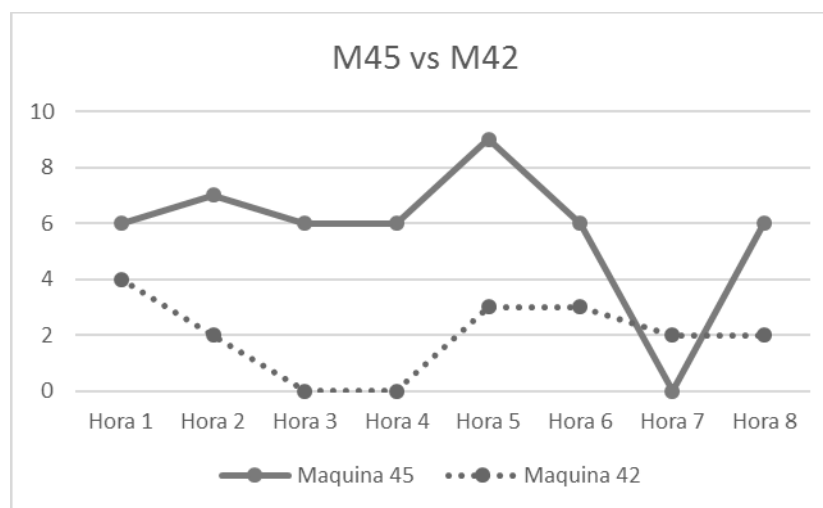
Tabla XXIII. **Defectos para gráfico de control máquina 45 frente a 42**

Número de piezas defectuosas causadas por mancha de lubricación		
M/H	Máquina 45	Máquina 42
Hora 1	6	4
Hora 2	7	2
Hora 3	6	0
Hora 4	6	0
Hora 5	9	3
Hora 6	6	3
Hora 7	NA	2
Hora 8	6	2

Fuente: Sistema SAP, Vigua. Consulta: septiembre de 2016.

Para este caso en particular, dentro del día y turno en que fueron tomados los datos, hubo un paro de máquina, por lo que en la hora siete, no se tuvieron piezas defectuosas, ya que no hubo producción. Se retomó el número de piezas defectuosas para la hora 8.

Figura 24. **Gráfico de control máquina 45 frente a 42**



Fuente: elaboración propia.

Luego de evaluar los resultados obtenidos a través del sistema, el cual arrojó estos datos, se puede observar que hay una disminución en el defecto de manchas por lubricación en la máquina en la que se está aplicando el método propuesto.

#### **5.4. Retroalimentación de métodos de trabajo**

Se propone tener una revisión de resultados mensualmente, en la cual se evaluarán globalmente los resultados expuestos del sistema SAP, el cual arrojará el número de piezas defectuosas a causa de manchas de lubricación.

Periódicamente se debe evaluar a los operarios y ayudantes, observando que estén cumpliendo con el método propuesto y reforzar el mismo para que se utilice en la práctica ya que si se aplica correctamente se obtendrán mejores resultados en cuanto a reducción de manchas por lubricación.

#### **5.5. Capacitación continua**

Debido a la naturaleza del proceso de producción y producto estudiado, las actualizaciones sobre cualquier ámbito de los mismos son sumamente importantes, ya que periódicamente se están encontrando innovaciones en los métodos de trabajo.

Es importante tomar en cuenta que los operarios y ayudantes deben estar correctamente capacitados para operar las máquinas IS, ya que fuera del proceso de lubricación, si la máquina no se opera de manera correcta, aunque el método propuesto se cumpla y se ejecute de manera correcta, los resultados no pueden ser los esperados debido a las múltiples variables que acompañan la correcta fabricación de una botella de vidrio.

Los operarios deben seguir las indicaciones de cada set de molduras que se esté utilizando en la máquina, debido a que cada set tiene diferentes indicaciones y ciclos de lubricación, por lo que hay que poner especial atención a los detalles que se exponen en las hojas de especificaciones.

Para evitar que los defectos tomen una tendencia marcada, se recomienda que las tomas de muestras se hagan de acuerdo con especificaciones ya que, si el proceso no es controlado, podría haber un error.

## CONCLUSIONES

1. El proceso de lubricación diseñado junta partes del proceso que ya se encuentra en uso actualmente y añade pequeñas mejoras, pero que tienen un buen impacto en la lubricación de la moldura. La eficiencia de la línea de producción de botellas se va a beneficiar debido a que las piezas defectuosas por manchas de lubricación se disminuirán.
2. La estación de trabajo actual consta de un recipiente de lubricante que suministra a dos pequeños recipientes donde se vierte el líquido. También cuenta con una pequeña estructura superior donde se cuenta con ganchos para colgar las brochas por utilizar en la lubricación. Es una estación de trabajo práctica y sencilla para el uso del líquido lubricante y únicamente se recomienda que se mantenga siempre limpia para que el lubricante no se ensucie en los recipientes por partículas en el aire.
3. Las maquinas IS son caracterizadas por seguir un proceso continuo de trabajo y debido a que están divididas en secciones individuales, si una sección falla, las otras continúan su trabajo. Se determinó que el único tiempo de ocio de las máquinas es aquel en el cual se hacen cambios de moldura.
4. Se estructuró un diagrama bimanual, diagrama de proceso y diagrama de flujo de proceso, tanto para el lado bombillo como para el lado molde de la máquina IS. Estos diagramas se utilizaron para tener una mejor visión del proceso y son la base de los que se proponen con el nuevo método sugerido.

5. Las brochas de lubricación que son utilizadas tienen medidas de 1/4, 1/2, 1, 1 1/2 y 2 pulgadas. El uso de cada una es determinado por las características específicas de las molduras por utilizar en la máquina IS. Esencialmente se determinó la clasificación de las brochas por tres tipos: brocha de bombillo-obturador, brocha de coronas y brocha de molde.
6. Como resultado del estudio de movimiento se propuso un método nuevo estándar para la lubricación, tanto del lado molde como del lado bombillo. En este método se busca la disminución del defecto de mancha por lubricación, que es causado por una lubricación incorrecta en el proceso.
7. El estudio de tiempos fue formulado a través del método propuesto. El resultado fue que el tiempo estándar por ciclo para la lubricación del lado molde es de 256,55 segundos y para el lado bombillo, 172,69 segundos, en una máquina de ocho secciones.
8. Se expuso el método propuesto al personal del turno D, máquina 42 de Vigua, y se logró determinar que el número de piezas defectuosas por mancha de lubricación, disminuye comparado con el resto de máquinas que utilizan el método actual.

## RECOMENDACIONES

1. A la persona encargada de control de proceso, monitorear frecuentemente los indicadores de números de defectuosos a través del sistema SAP y por turnos, para determinar si hay alguna tendencia en la cual los resultados no mejoren, en cuanto a los defectuosos por mancha de lubricación y determinar con los encargados de la lubricación que se está utilizando el método adecuado.
2. A los operadores y ayudantes, establecer como una prioridad, el mantener la estación de trabajo limpia, ya que las partículas de suciedad pueden integrarse dentro del aceite lubricante, provocando que la lubricación se realice con aceite sucio, esto da como resultado botellas con manchas de lubricación.
3. A los operadores y ayudantes, durante los cambios de moldura en las máquinas IS, se debe preparar la estación de lubricación y las brochas por utilizar, así cuando la máquina está lista para trabajar, el operador y ayudante tendrán las herramientas necesarias para lubricar la moldura.
4. A los jefes de producción, diseñar el diagrama de proceso a través de una observación a los operarios y ayudantes, compararlos con los propuestos y determinar las similitudes y diferencias.

5. A la persona encargada de control de proceso, mantener siempre un inventario de brochas de lubricación, en cada una de sus medidas, ya que, si hace falta una brocha específica, no se lubricará la máquina de manera adecuada.
6. A los jefes de producción, realizar evaluaciones periódicas para determinar que los operadores y ayudantes estén ejecutando el proceso de acuerdo con los diagramas bimanuales, de flujo de proceso y de proceso, ya que, si no lo realizan de esa forma, difícilmente se obtendrá una mejoría en los resultados.
7. A los jefes de producción, resaltar a los operarios y ayudantes, que el llenado del formato de tabla de control de lubricaciones (tabla XV) es de suma importancia, ya que esta servirá para monitorear si los tiempos estándares para lubricación están siendo cumplidos.
8. Al departamento de producción, realizar capacitaciones continuas, en las cuales se invite a un operador y ayudante para que expongan cuál es el método que ellos utilizan para lubricar las molduras. Esto ayudará a determinar si alguno de ellos no está realizando el método adecuado y se le capacitará para que lo haga.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ALDANA, Brayan Leonel. *Desarrollo del estudio de tiempos y movimientos, en una empresa maquiladora de guantes industriales*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 144 p.
2. BULUX MORALES, Augusto Hilario. *Optimización de procesos y reducción de costos de producción en una fábrica de helados*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 161 p.
3. CASTILLO RIVAS, Oscar Alexis. *Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 120 p.
4. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 218 p.
5. MÉNDEZ, Álvaro Esteban. *Análisis de operaciones y estudio de tiempos en las líneas de producción de tamales de una empresa dedicada a productos alimenticios*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 187 p.



6. MORÁN MARROQUÍN, Miriam Adela. *Estudio de tiempos y movimientos para la reducción de costos e incremento de la eficiencia en una industria de camas*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 114 p.
7. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial, métodos tiempos y movimientos*. 9a ed. México: Limusa S.A. de C.V. 1991. 814 p.
8. PINEDA, José Adolfo. *Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca S.A.* Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 173 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Promedio tiempo estándar lado molde

Molde	Promedio cronometrado	Peso	Prom estándar
E1	17,23	8 %	21,53
E2	45,60	22 %	56,97
E3	47,85	23 %	59,79
E4	46,67	23 %	58,31
E5	47,98	23 %	59,95

Tabla para determinar promedios de tiempos estándar para diagrama de flujo de proceso lado molde.

### Apéndice 2. Promedio tiempo estándar lado bombillo

Molde	Promedio cronometrado	Peso	Prom estándar
E1	31,90	25 %	43,65
E2	20,91	17 %	28,62
E3	24,40	19 %	33,40
E4	24,49	19 %	33,51
E5	24,49	19 %	33,51

Tabla para determinar promedios de tiempos estándar para diagrama de flujo de proceso lado bombillo.

Apéndice 3. **Tiempo estándar elemento 1 lado bombillo**

Elemento 1 bombillo			
OPERACIÓN	Promedio	Peso	Estándar
Tomar brocha bombillo 1	0,88	5 %	1,16
Sumergir brocha	0,99	6 %	1,31
Escurrir brocha y colgar	2,29	14 %	3,04
Tomar brocha bombillo	0,91	6 %	1,21
Sumergir brocha	0,94	6 %	1,24
Escurrir brocha y colgar	2,41	15 %	3,20
Tomar brocha corona 1	0,87	5 %	1,16
Sumergir brocha	0,95	6 %	1,25
Escurrir brocha y colgar	2,31	14 %	3,07
Tomar brocha corona 2	0,87	5 %	1,16
Sumergir brocha	0,96	6 %	1,28
Escurrir brocha	2,08	13 %	2,76

Tabla para determinar tiempos estándar de diagrama para el elemento 1 del lado bombillo, sobre un estándar de 21,83 segundos.

**Apéndice 4. Tiempo estándar elemento 2 lado bombillo**

Elemento 2 bombillo			
Operación	Promedio	Peso	Estándar
Tomar brocha bombillo 2	1,12	4 %	1,27
Caminar hacia sección 1	2,70	11 %	3,07
Presionar boton y observar	1,26	5 %	1,44
Lubricar corona adentro	0,69	3 %	0,78
Lubricar corona afuera	0,56	2 %	0,64
Lub. bombillo afuera lado 1	0,97	4 %	1,10
Lub. bombillo afuera lado 2	0,76	3 %	0,86
Lub. bombillo adentro lado 1	0,96	4 %	1,09
Lub. bombillo adentro lado 2	0,84	3 %	0,95
Lub. obturador adentro	0,76	3 %	0,86
Lub. obturador afuera	0,50	2 %	0,56
Caminar hacia sección 2	1,71	7 %	1,94
Presionar boton y observar	1,46	6 %	1,66
Lubricar corona adentro	0,75	3 %	0,86
Lubricar corona Afuera	0,62	2 %	0,70
Lub. bombillo afuera lado 1	0,96	4 %	1,09
Lub. bombillo afuera lado 2	0,93	4 %	1,05
Lub. bombillo adentro lado 1	0,97	4 %	1,10
Lub. bombillo adentro lado 2	0,83	3 %	0,94
Lub. obturador adentro	0,76	3 %	0,86
Lub. obturador afuera	0,50	2 %	0,56
Caminar a mesa de lubricación	3,04	12 %	3,45
Colgar brochas	1,54	6 %	1,75

Tabla para determinar tiempos estándar de diagrama para el elemento 2 del lado bombillo, sobre un tiempo estándar de 28,62 segundos.

**Apéndice 5. Tiempo estándar elemento 3 lado bombillo**

Elemento 3 bombillo			
Operación	Promedio	Peso	Estándar
Tomar brocha bombillo 1 y C1	1,18	5 %	1,53
Caminar hacia sección 3	2,97	12 %	3,87
Presionar boton y observar	1,17	5 %	1,52
Lubricar corona adentro	0,99	4 %	1,29
Lubricar corona afuera	0,81	3 %	1,05
Lub. bombillo afuera lado 1	0,75	3 %	0,98
Lub. bombillo afuera lado 2	0,59	2 %	0,76
Lub. bombillo adentro lado 1	0,93	4 %	1,22
Lub. bombillo adentro lado 2	0,86	3 %	1,12
Lub. obturador adentro	0,75	3 %	0,98
Lub. obturador afuera	0,49	2 %	0,63
Caminar hacia sección 4	1,75	7 %	2,28
Presionar boton y observar	1,46	6 %	1,90
Lubricar corona adentro	0,97	4 %	1,26
Lubricar corona afuera	0,95	4 %	1,24
Lub. bombillo afuera lado 1	0,75	3 %	0,98
Lub. bombillo afuera lado 2	0,63	2 %	0,82
Lub. bombillo adentro lado 1	0,98	4 %	1,28
Lub. bombillo adentro lado 2	0,85	3 %	1,10
Lub. obturador adentro	0,75	3 %	0,98
Lub. obturador afuera	0,50	2 %	0,65
Caminar a mesa de lubricación	2,98	12 %	3,88
Colgar brochas	1,59	6 %	2,07

Tabla para determinar tiempos estándar de diagrama para el elemento 3 del lado bombillo, sobre un tiempo estándar de 33,40 segundos.

Apéndice 6. **Tiempo estándar elemento 1 lado molde**

Elemento 1 molde			
Operación	Promedio	Peso	Estándar
Tomar brocha 1	0,74	8 %	0,89
Sumergir brocha	1,16	13 %	1,39
Ecurrir brocha y colgar	2,62	29 %	3,14
Tomar brocha 2	0,72	8 %	0,87
Sumergir brocha	1,12	12 %	1,34
Ecurrir brocha	2,62	29 %	3,13

Tabla para determinar tiempos estándar de diagrama para el Elemento 1 del lado molde, sobre un tiempo estándar de 10,76 segundos.

**Apéndice 7. Tiempo estándar elemento 2 lado molde**

Elemento 2 molde			
Operación	Promedio	Peso	Estándar
Caminar hacia sección 1	2,45	5 %	3,01
Lubricar boca adentro lado 1	1,12	2 %	1,38
Lubricar boca afuera lado 1	0,85	2 %	1,04
Esperar	4,16	9 %	5,12
Lubricar boca adentro lado 2	1,04	2 %	1,29
Lubricar boca afuera lado 2	0,84	2 %	1,03
Esperar	4,37	9 %	5,37
Lubricar fondos adentro	0,67	1 %	0,82
Lubricar fondos afuera	0,35	1 %	0,43
Esperar	4,29	9 %	5,28
Lubricar leyendas adentro	0,84	2 %	1,04
Lubricar leyendas afuera	0,76	2 %	0,93
Caminar hacia sección 2	1,83	4 %	2,25
Lubricar boca adentro lado 1	0,99	2 %	1,22
Lubricar boca afuera lado 1	0,83	2 %	1,02
Esperar	4,26	9 %	5,24
Lubricar boca adentro lado 2	0,99	2 %	1,22
Lubricar boca afuera lado 2	0,80	2 %	0,98
Esperar	4,25	9 %	5,23
Lubricar fondos adentro	0,73	2 %	0,90
Lubricar fondos afuera	0,37	1 %	0,46
Esperar	4,28	9 %	5,26
Lubricar leyendas adentro	0,88	2 %	1,09
Lubricar leyendas afuera	0,67	1 %	0,82
Caminar a mesa de lubricación	3,11	7 %	3,83
Colgar brocha	0,59	1 %	0,73

Tabla para determinar tiempos estándar de diagrama para el elemento 2 del lado molde, sobre un tiempo estándar de 56,97 segundos.

**Apéndice 8. Tiempo estándar elemento 3 lado molde**

Elemento 3 molde			
Operación	Promedio	Peso	Estándar
Tomar brocha 1	0,69	1 %	0,89
Caminar hacia sección 3	2,34	5 %	3,03
Lubricar boca adentro lado 1	0,99	2 %	1,29
Lubricar boca afuera lado 1	0,71	2 %	0,91
Esperar	4,23	9 %	5,48
Lubricar boca adentro lado 2	1,06	2 %	1,37
Lubricar boca afuera lado 2	0,81	2 %	1,05
Esperar	4,07	9 %	5,27
Lubricar fondos adentro	0,76	2 %	0,98
Lubricar fondos afuera	0,42	1 %	0,54
Esperar	4,18	9 %	5,41
Lubricar leyendas adentro	0,83	2 %	1,08
Lubricar leyendas afuera	0,78	2 %	1,01
Caminar hacia sección 4	1,80	4 %	2,33
Lubricar boca adentro lado 1	1,01	2 %	1,31
Lubricar boca afuera lado 1	0,82	2 %	1,07
Esperar	4,15	9 %	5,38
Lubricar boca adentro lado 2	1,05	2 %	1,36
Lubricar boca afuera lado 2	0,84	2 %	1,09
Esperar	4,28	9 %	5,54
Lubricar fondos adentro	0,70	2 %	0,91
Lubricar fondos afuera	0,33	1 %	0,43
Esperar	4,15	9 %	5,37
Lubricar leyendas adentro	0,81	2 %	1,04
Lubricar leyendas afuera	0,69	1 %	0,89
Caminar a mesa de Lubricacion	3,05	7 %	3,96
Colgar brocha	0,61	1 %	0,78

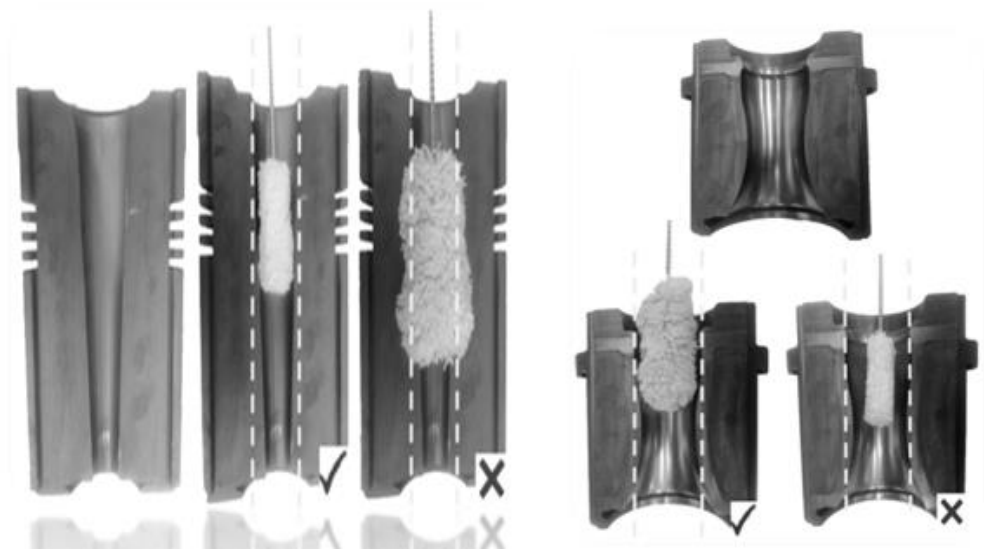
Tabla para determinar tiempos estándar de diagrama para el elemento 3 del lado molde, sobre un tiempo estándar de 59,79 segundos.





## ANEXOS

### Anexo 1. Demostración de la importancia del diámetro de la brocha

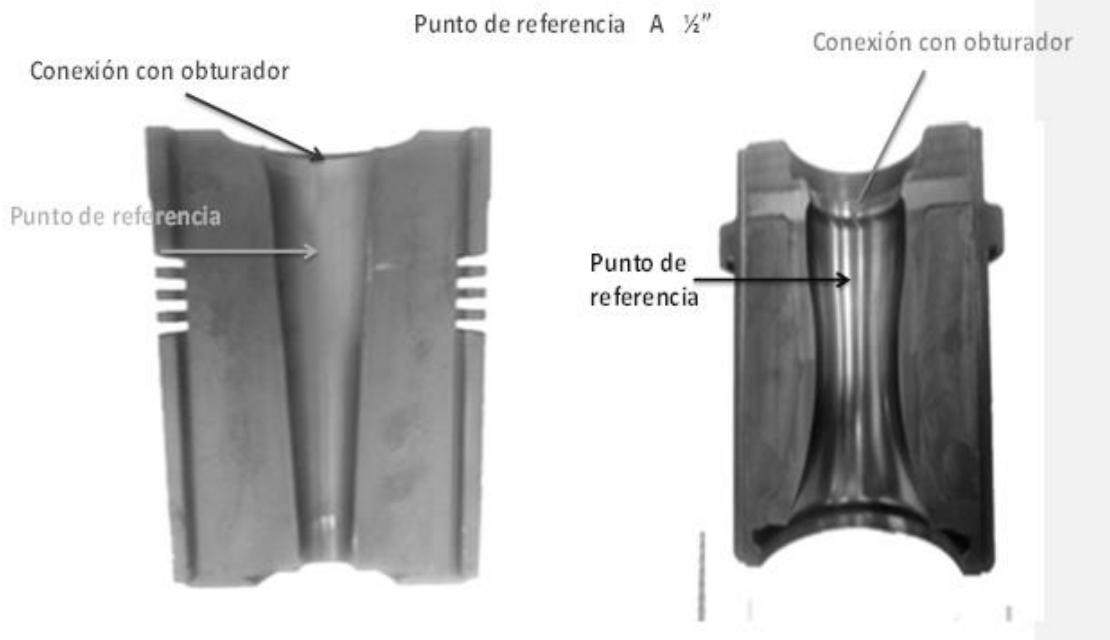


Fuente: Gerencia de personal. *Manual de inducción VIGUA 2005*. p. 17 Consultada en marzo de 2016.

En la imagen anterior se tiene una visualización de la importancia de los diámetros de las brochas por utilizar para la lubricación. Se puede observar que si la brocha es muy pequeña no va a cubrir completamente el área de lubricación,

En el caso de que la brocha sea más grande de lo requerido, de igual manera no cubrirá el espacio por lubricar, ya que la cavidad será más pequeña y no podrá entrar.

## Anexo 2. Puntos de referencia para inicio de lubricación.



Fuente: Gerencia de personal. *Manual de inducción VIGUA 2005*. p. 18 Consultada en marzo de 2016.

En la imagen anterior se muestra gráficamente cómo se ve el punto de referencia de la carga en el bombillo. Dependiendo del proceso de producción que se esté utilizando, la lubricación será de la referencia de carga hacia arriba o hacia abajo.